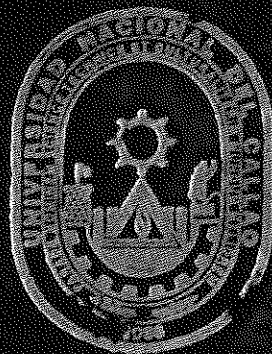


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y de Recursos
Naturales



DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL RECURSO AGUA
DEL RIO RUMICHACA PRODUCTO DE LA CONFLUENCIA
DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE LA RE: AVERA
RUMICHACA (JUNIN)

TESIS PRESENTADA POR:
ERNESTO RUBEN CANALES VARGAS

PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

LIMA - PERU

2005

T/333.7/C22

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todas aquellas personas, que a pesar de la adversidad, siempre logran alcanzar sus objetivos trazados.

"No hagas a otro aquello que no quieres que hagan contigo"

AGRADECIMIENTO

A mi madre quien ha sido, es, y seguirá siendo el faro que alumbra mi vida.

A mi Tío Carlos Vargas, por haberme enseñado la esencia y la importancia de las cosas; así como, a ser siempre constante.

A los profesores que me ayudaron incondicionalmente a materializar este objetivo; y que aun siguen allí.

Y a mis amigos en general, que me apoyaron incondicional y desinteresadamente.

CONTENIDO

<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCIÓN	vii
RESUMEN	viii
ABSTRAC	ix
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO	41
CAPITULO IV: LÍNEA BASE	50
CAPITULO V: RESULTADOS	69
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	102
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	108
CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXO 1	

INDICE

<u>Descripción</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCIÓN	vii
RESUMEN	viii
ABSTRAC	ix
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 IMPORTANCIA.....	4
1.6 HIPÓTESIS.....	4
1.7 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	4
VARIABLE INDEPENDIENTE.....	4
VARIABLE DEPENDIENTE.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANTECEDENTES.....	7
2.1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	7
2.1.2 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS RELACIONADOS	10
2.2 BASE TEÓRICA	12
2.2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	12
2.2.1.1 ARSÉNICO	12
2.2.1.2 COBRE	13
2.2.1.3 HIERRO	14
2.2.1.4 PLOMO	15

2.2.1.5 ZINC	17
2.2.1.6 CIANURO	17
2.2.1.7 pH	18
2.2.1.8 SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS (TSS)	19
2.2.1.9 UNIDAD DE PRODUCCIÓN	20
2.2.1.10 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES	20
2.2.1.11 PROGRAMA DE MONITOREO	20
2.2.1.12 PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA)	21
2.2.1.13 ÁREA DE INFLUENCIA	21
2.2.1.14 DEPÓSITO DE RELAVES	21
2.2.1.15 AGUAS ARRIBA	21
2.2.1.16 AGUAS ABAJO	21
2.2.1.17 CUERPOS RECEPTORES	22
2.2.1.18 FINO	22
2.2.1.19 EFLUENTES LÍQUIDOS	22
2.2.1.20 MONITOREOS	22
2.2.1.21 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA).	22
2.2.1.22 ACTIVIDADES MINERO METALÚRGICAS	23
2.2.1.23 SUSTANCIAS CONTAMINANTES	23
2.2.1.24 PUNTO O ESTACIÓN DE MONITOREO O CONTROL	23
2.2.2 PROGRAMA DE MONITOREO EN UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN (UP) MINERA	23
2.2.2.1 MÉTODOS UTILIZADOS PARA UBICAR LA ESTACIÓN DE CONTROL O MONITOREO	24
MÉTODO GENERAL 01	24
MÉTODO GENERAL 02	25
2.2.2.2 CRITERIOS A SEGUIR PARA LA SELECCIÓN DE PARÁMETROS A MONITOREAR	26

2.2.2.3 CRITERIOS A SEGUIR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE MONITOREO	29
2.3 BASE LEGAL	31
2.3.1 LEGISLACIÓN APLICABLE A LA UP CARAHUACRA	32
2.3.1.1 LEGISLACIÓN GENERAL	32
2.3.1.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL	35
2.3.1.3 RECURSOS NATURALES	36
2.3.1.4 PRESERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL	36
2.3.1.5 TENENCIA Y PROPIEDAD DE LA TIERRA	37
2.3.1.6 LEGISLACIÓN ESPECÍFICA	37
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO	41
3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.2 COBERTURA DEL ESTUDIO.....	42
3.2.1 UNIVERSO.....	42
3.3 MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS.....	42
3.3.1 MATERIALES.....	42
3.3.1.1 Material Cartográfico.....	42
3.3.1.2 Material Temático.....	43
3.3.1.3 Materiales Varios.....	43
3.3.2 PROCEDIMIENTO.....	44
CAPITULO IV: LÍNEA BASE	50
4.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA	50
4.2 ACCESIBILIDAD A LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN	

CARAHUACRA	50
4.3 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	51
4.3.1 GEOLOGÍA DEL ÁREA	51
4.3.1.1 Geología Histórica	51
4.3.1.2 Geología Regional	54
4.3.1.3 Geología Estructural	55
4.3.2 MINERALOGÍA	56
4.3.3. HIDROLOGÍA	57
4.3.4. TOPOGRAFÍA	59
4.3.5 CLIMATOLOGÍA	59
4.3.6 AMBIENTE BIOLÓGICO	60
4.3.6.1 FLORA.....	60
4.3.6.2 FAUNA	63
4.4 AMBIENTE SOCIOECONÓMICO.....	64
4.4.1 CENTROS POBLADOS PRÓXIMOS AL ÁREA DE ESTUDIO	64
4.4.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS	66
4.4.3 PROPIEDAD DE LA TIERRA	67
4.4.4. EDUCACIÓN	67
CAPITULO V: RESULTADOS	69
5.1 EXPOSICIÓN DE RESULTADOS	69
5.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MONITOREO OBTENIDOS	74
5.2.1 CAUDAL	74
5.2.2. pH	77
5.2.3 SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS (TSS)	80
5.2.4 PLOMO	83
5.2.5 COBRE	86
5.2.6 ZINC	88

5.2.7 HIERRO	91
5.2.8 ARSÉNICO	94
5.2.9 CIANURO	98
5.3. DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO RUMICHACA LUEGO DEL VERTIMIENTO EN LAS POBLACIONES ALEDAÑAS	101
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	102
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	108
CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

ANEXO 1

- MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA UP
CARAHUACRA
- ESQUEMA DE MONITOREO DE EFLUENTES LÍQUIDOS
– UP CARAHUACRA
- PLANO DE UBICACIÓN UP CARAHUACRA
- UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO –
EFLUENTES UP CARAHUACRA
- GRÁFICOS OBTENIDOS CON LOS VALORES DE LOS
MONITOREOS REALIZADOS EN LAS ESTACIONES MA
09 Y MA10
- FLOWSHEET PLANTA CONCENTRADORA
CARAHUACRA

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de la presente tesis consiste en la adecuación de un Programa de Monitoreo ya existente en la UP Carahuacra, de tal forma que se ajuste a los requerimientos especificados en la normativa ambiental vigente.

Con respecto a estudios previos sobre el tema, En la guía N° 01, "Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua", publicada por el MEM se da un alcance sobre los requerimientos con los que debe cumplir el titular minero para asegurarse de instaurar correctamente un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua. Uno de dichos requerimientos es el que expone que es necesario contar con una estación de monitoreo antes de un efluente líquido industrial en un cuerpo receptor determinado.

Por otro lado, desde 1996, fecha en la cual entró en vigencia la normativa ambiental del MEM, conforme lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 016-93-EM, publicado el 01 de mayo de 1993, en todos los estudios ambientales presentados y debido a que la instauración de un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua, es un requisito primordial según lo expuesto en el artículo N° 7 de la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMMA, se mencionan los criterios seguidos para la instauración de un Programa de Monitoreo de la Calidad de agua en las diferentes Unidades de Producción.

Tomando como base lo expuesto en la guía y en cumplimiento de la normativa ambos publicados por el MEM, se instauró un programa de

monitoreo en la UP Carahuacra, el cual fue presentado al MEM, el 02 de noviembre de 1998. Desde esa fecha y hasta enero del año 2000 el programa de monitoreo cumplió todos los requisitos exigidos por ley. Sin embargo a partir de esta fecha, entró en funcionamiento el depósito de relaves de Rumichaca, cuyo efluente es descargado aguas arriba de la primera estación de monitoreo o "blanco".

Debido a esto, y desde enero de 2000, el programa de monitoreo originalmente aprobado no cumple con el objetivo de "Determinar cuales son las condiciones naturales o de base para el curso de agua", por lo que se decidió modificar el programa de monitoreo existente de tal forma que se adecue a la normativa vigente.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El universo de estudio se ubica en el Paraje Puca Loma, distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín. El ámbito de estudio comprende la quebrada del río Rumichaca, específicamente 500 metros aguas arriba del vertimiento del depósito de relaves (MA - 10), y el mismo punto del vertimiento (MA - 09). En el anexo 1 se muestra la siguiente información:

- Mapa De Ubicación Geográfica UP Carahuacra
- Plano de Ubicación UP Carahuacra

El trabajo se basa en recopilación de información bibliográfica sobre aspectos de flora y fauna en la zona, la cual ha sido validada a través de diversas inspecciones de campo y contrastada con la normativa vigente, también se han realizado tomas de muestras del efluente líquido vertido por el depósito de relaves, así como información cartográfica disponible de la zona.

El conjunto de toda esta información ha permitido tener una visión concreta del área de estudio, lo cual facilitó la selección del lugar mas adecuado para colocar la nueva Estación de Monitoreo. Es necesario precisar que, debido a que la zona presenta áreas poco accesibles, era necesario realizar un estudio de este tipo para buscar un lugar que permita obtener valores representativos de las condiciones del agua antes de realizar el vertimiento, y a la vez dicho lugar debía ser fácilmente accesible, con el fin de poder recolectar las muestras requeridas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la calidad del agua antes y en el punto del vertimiento industrial proveniente del depósito de relaves Rumichaca.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el impacto de la calidad del agua, luego de realizar el vertimiento proveniente del depósito de relaves de Rumichaca.
- Determinar como influye la variación de la calidad del agua del río Rumichaca en las poblaciones aledañas.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente tesis justifica su estudio, debido a que no se cuenta con una estación en el Programa de Monitoreo que permita registrar la calidad de las aguas antes de las operaciones en la UP Carahuacra, lo cual no permite determinar de manera objetiva, cual es el impacto negativo real

de las operaciones en los cuerpos de aguas dentro del área de influencia de la UP.

1.5 IMPORTANCIA

Generar referencias claras y precisas acerca del estado de la calidad del agua en el río Rumichaca, antes de las operaciones de la UP, por medio de un análisis comparativo de resultados para cumplir con las exigencias del MEM y contribuir a prevenir impactos negativos en la salud de las poblaciones del entorno.

1.6 HIPÓTESIS:

Sea:

χ = Calidad del agua del río Rumichaca antes del vertimiento
 ε = Emisión proveniente de la relavera Rumichaca

Entonces:

Ha: La χ se modifica con la ε

Hn: La χ no se modifica con la ε

Hn: $\chi = \chi + \varepsilon$

Ha: $\chi \neq \chi + \varepsilon$

1.7 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

- **VARIABLE INDEPENDIENTE.**

La Variable Independiente es aquella que para el presente estudio no es afectada por otras variables, y por el contrario es la que afecta la calidad de las aguas del río Rumichaca.

Así mismo la variable independiente esta conformada por el efluente industrial proveniente del río Rumichaca el cual esta compuesto por los siguientes indicadores:

- Concentración de iones hidroxilos (pH)
- TSS (Solidos Totales Suspendidos)
- Zinc (Zn)
- Plomo (Pb)
- Cobre (Cu)
- Hierro (Fe)
- Arsénico (As)
- Cianuro Total (CN)

Conforme lo expuesto en el punto 1, la normativa aplicable para el presente estudio es la RM N° 011-96-EM/VMM, en cuyo anexo N° 2 se especifican los siguientes parámetros:

- Zinc	6mg/l
- Fierro	5 mg/l
- Arsénico	1 mg/l
- Cianuro Total	2 mg/l
- Ph	5,5-10,5
- Sólidos Suspendidos	100 mg/l
- Plomo	1 mg/l
- Cobre	2 mg/l

- **VARIABLE DEPENDIENTE**

Y= Calidad del agua del río Rumichaca después del vertimiento proveniente del depósito de relaves Rumichaca.

Se considera esta como variable dependiente debido a que es consecuencia directa del vertimiento de los efluentes provenientes de la

relavera Rumichaca, debido a que estos alteran la condición basal de la calidad de las aguas antes de realizar dicho del vertimiento.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Históricos

Si nos remontamos a épocas anteriores, veremos que el Perú tiene una larga historia de actividad minera, la cual tiene sus orígenes en el periodo Pre-Incaico, entre los años 500 AC a 1300 DC y posteriormente esta tradición continua durante el Imperio Incaico, a pesar que en esta etapa hubo relativamente poca actividad minera; los principales metales explotados en aquellas épocas fueron el oro, plata, cobre y aleaciones de cobre/arsénico, los cuales se empleaban principalmente para la fabricación de armas, utensilios y efectos personales, entre otros.

A partir de la llegada de los españoles en el año de 1530, la actividad minera se vio incrementada considerablemente, debido al interés de los conquistadores por el oro y la plata. Se produjo una introducción de técnicas europeas para el procesamiento y obtención del fino, lo que trajo como consecuencia un incremento de la productividad en las minas peruanas. Este periodo se extendió aproximadamente 200 años.

Desde esta época hasta principios de este siglo se sentaron las bases de la minería tal y como se conoce actualmente. Este periodo de auge tuvo sus inicios con el establecimiento de compañías nacionales y extranjeras en los distritos conocidos como mineros, debido a la gran riqueza mineral que poseen, entre las que destacan Cerro de Pasco y Huancavelica.

Otro escalón adicional para incrementar la productividad de las minas, luego

de la introducción de tecnologías europeas en los años 1500, fue la mecanización de la actividad minera. El cobre, plomo, zinc, mercurio y tungsteno fueron los metales de interés primario para estas novedosas compañías.

Un efecto secundario del desarrollo de la minería es la aparición de relaves, los cuales son los residuos que se generan como consecuencia de los diversos procesos seguidos para la extracción del mineral. Sin embargo no es hasta mediados de 1800 cuando se produjo la revolución industrial con el uso del vapor en los procesos de extracción, lo cual trajo como consecuencia inmediata que la generación de relaves se fuera convirtiendo poco a poco en un gran problema, debido a los grandes volúmenes de estos residuos que la industria minera generaba. En un primer momento, los relaves fueron acumulados en lugares convenientes, usualmente sobre el curso más cercano de agua, a fin de que fueran arrastrados por él.

Al mismo tiempo, distritos mineros remotos empezaron a florecer en muchas partes del mundo, llevando consigo el desarrollo agrícola como actividad complementaria; esto trajo a su vez problemas de conflictos relacionados al uso del agua así como su disponibilidad, debido a que los relaves acumulados comenzaban a obstruir canales de irrigación y también contaminaban tierras de cultivo aguas abajo. Estos asuntos fueron tratados en tribunales de muchos distritos mineros de Norteamérica y Europa entre 1900 y 1930, lo cual finalmente y de manera muy gradual determinó el cese de la descarga descontrolada de relaves a cursos de agua y dio origen a nuevas tecnologías para su disposición empleando avances tecnológicos incipientes.

Uno de los distritos mineros que floreció por los años 1960 fue Carahuacra, el cual empezó a operar procesando cantidades de mineral polimetálico (Cobre y Plomo) acorde con las posibilidades de explotación de la mina Carahuacra y la cantidad de equipos mecánicos disponibles en la unidad. Con

el transcurrir del tiempo, se incrementó el proceso, se renovaron los equipos y se cambió la visión en su manejo.

Una de las mejoras en el manejo de la UP fue tomar la determinación para conocer el grado del impacto negativo y positivo en el ambiente que podrían estar causando las operaciones mineras, motivo por el cual, se decidió realizar un Diagnóstico Ambiental Preliminar. El primer paso del diagnóstico fue determinar el área de influencia de las actividades en la UP, mientras que el siguiente paso fue determinar los impactos específicos en el suelo, aguas y aire del área de influencia determinada en el paso previo.

Paralelamente en 1993, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), aprobó la normativa ambiental correspondiente a su sector, la cual tiene como uno de sus objetivos principales que todas las Unidades de Producción, cuenten con un Programa de Monitoreo de Efluentes Líquidos el cual debe cumplir con los parámetros establecidos en dicha normativa.

Como consecuencia y en cumplimiento de estas normativas, se presentó al MEM un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), cuyos dos objetivos fundamentales, fueron:

- Determinar el área de influencia de la UP Carahuacra.
- Determinar los impactos generados en el agua, suelo, aire e impactos socioeconómicos en dicha área de influencia.

Uno de los temas abordados en la parte relativa a los impactos sobre el agua, fue la instauración de un Programa de Monitoreo de la Calidad de las Aguas en el área de influencia de la UP Carahuacra, el cual permitiría conocer el grado de afectación de los ríos o cuerpos receptores, y plantear métodos de mitigación y prevención a dichos impactos negativos.

En relación al Programa de Monitoreo de Efluentes Líquidos, unos de sus objetivos fundamentales es determinar la calidad de las aguas antes de las operaciones, durante y luego de finalizadas las mismas. Dicho programa cumplió su objetivo hasta que en el año 2000, entró en funcionamiento la relavera de Rumichaca, cuyo punto de vertimiento se ubica aguas arriba del punto que servía para determinar la calidad del agua antes de las operaciones (Blanco); motivo por el cual se planteó la necesidad de adicionar una nueva Estación de Monitoreo, lo cual constituye el estudio de la presente tesis.

2.1.2 Antecedentes de Estudios Relacionados

Entre los estudios considerados como antecedentes al presente tema de tesis, tenemos la incorporación de un Programa Informático teniendo en consideración tablas de monitoreo e inventarios de inmisiones (descargas al mar) de una industria pesquera.

Con este sistema se procesaron los datos obtenidos permitiendo adecuar a las diferentes industrias de harina de pescado, sistemas similares incluyendo la toma de muestras para que cumplan las normas del sector. (Bazan, Estremadoyro, Flores y Urbina, 1997).

Por otro lado, existe un estudio relacionado a la evaluación del mercurio en peces, agua y sedimentos tomando en consideración los datos obtenidos de 10 puntos de monitoreo, encontrándose mayores concentraciones del metal en el punto más cercano al asentamiento minero APAYLON (303 Ug/ kg). Para la ubicación de los puntos de monitoreo se tomó por referencia los estudios presentes en el Ministerio de Energía y Minas. (Barbieri, 2004).

Así también existe un estudio mediante el cual se plantea la necesidad de la toma de muestras del Río PARCOY y la quebrada de LLACUABAMBA, para su posterior análisis e interpretación de

resultados, con el fin de verificar el grado de afectación de estos cuerpos receptores. (Córdova, 1995).

Otro de los antecedentes en materia de control de efluentes, es uno que plantea la necesidad de indagar aspectos sanitarios y normativa vigente; así también, establece que los resultados de campo (tomas de muestras, puntos de monitoreo) son los que determinan las correcciones respectivas. (Edery, 1995).

Referido a Gestión Ambiental, se cuenta con una propuesta para Incorporar un Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, teniendo en consideración análisis de resultados obtenidos con toma de muestras en los respectivos monitoreos (agua, suelo, atmósfera) de la UEA ONCOPAMPA, CIA de minas BUENAVENTURA. Así también se expone que el sistema puede replicarse en otras empresas mineras siempre y cuando se adecue a las mismas, haciendo mínimos cambios. (Coronado, 2003 y Reynoso, 2004).

Por otro lado y como tema que presenta mas similitud al presente tenemos el caso de la mina ARCATA (Arequipa), la cual cuenta con un sistema de monitoreo que reporta al Ministerio de Energía y Minas en forma trimestral; este sistema tiene su base en la toma de muestras antes del vertimiento (quebrada Arocpampa) en el Río receptor (Río Arocpamapa) y Aguas abajo del mismo Río (Quispe, 1997).

Así mismo y referido al tema de efluentes, existe otro estudio sobre la toma de muestras de los cursos de agua impactados por los vertimientos mineros, recurriendo a las guías publicadas por el Ministerio de Energía y minas. (Del Castillo, 2003).

Finalmente, existe un tema referido al análisis de aguas producto de las precipitaciones, aguas de la Laguna Azul, así como de aguas subterráneas

que luego serán consumidas y utilizadas por los campamentos mineros.
(Fernández, 2005).

2.2 BASE TEÓRICA¹

2.2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.2.1.1 Arsénico

Propiedades Físico Químicas

El símbolo químico del arsénico es As; su nombre deriva del latín arsenicum, es de color gris, tiene una densidad de 5,72 gr/ml, así mismo presenta un punto de fusión de 817 ° C.

El arsénico es un semimetal que pertenece al grupo 15 de la tabla periódica cuyo número atómico es 33 y presenta un peso atómico de 74,922 g/mol

Presencia en la tierra y Aplicaciones

El arsénico puede ser encontrado en ciertos suelos de forma natural; así también, en minerales comunes tales como arsenopirita (FeAsS), rejalgar (As₂S₂), oropimente (As₂S₃) y trióxido de arsénico (As₂O₃).

Se usa en grandes cantidades en la fabricación de vidrio para eliminar el color verde causado por las impurezas de compuestos de hierro. Una carga típica en un horno de vidrio contiene un 0,5 % de trióxido de arsénico. A veces se añade al plomo para endurecerlo, y también se usa en la fabricación de gases venenosos militares; otra aplicación típica es en juegos pirotécnicos.

¹ Fuente: Página WEB de elementos Químicos www.webelements.com, www.lenntech.com/espanol/tabla-periodica y la Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas.

Hasta la introducción de la penicilina, el arsénico era muy importante en el tratamiento de la sífilis. En otros usos médicos ha sido desplazado por las sulfamidas o los antibióticos. Los arseniatos de plomo y calcio se usan frecuentemente como insecticidas. Ciertos compuestos de arsénico, como el arseniuro de galio (GaAs), se utilizan como semiconductores; el GaAs se usa también como láser. Así mismo, el oropimente rojo y rubí arsénico, se usa como pigmento en la fabricación de fuegos artificiales y pinturas.

2.2.1.2 Cobre

Propiedades Físico Químicas

El símbolo químico del cobre es Cu; su nombre deriva del latín cuprum, es de color rojo, tiene una densidad de 8,92 gr/ml, así mismo presenta un punto de fusión de 1083 ° C.

El cobre es un metal seminoble que pertenece al grupo IV de la tabla periódica, cuyo Número atómico es 29 y presenta un peso atómico de 63,546 g/mol.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

En la tierra no suele presentarse nativo, razón por la cual se encuentra como calcopirita (CuFeS_2) y la calcosina (Cu_2S), que suelen presentarse mezclados con otros minerales sulfurados de hierro, zinc, plomo, antimonio y arsénico y que, a menudo, contienen partes de oro y plata.

Se caracteriza por su extraordinaria ductilidad y maleabilidad. Se pueden obtener hilos y láminas sumamente delgadas. Se comporta como un metal deformable cuando se somete a tracción o a elevadas presiones. Su resistencia a la tracción es de 40 Kg/mm².

Una de las características más importantes del Cu, desde el punto de vista de sus aplicaciones, es su elevada conductividad eléctrica y térmica. La conductividad eléctrica es el 96% de la de la plata, lo que hace que dado su precio, el Cu sea el metal más adecuado para la construcción de conductores eléctricos.

Adicionalmente, tienen una alta conductividad térmica que es el 94% de la de la plata (siendo la del hierro sólo 21%); de ahí que se use en termotecnia cuando se quiere reducir a un mínimo la resistencia a la transmisión del calor, como en los tubos de las calderas de vapor, en los serpentines de refrigeración y dispositivos semejantes.

2.2.1.3 Hierro

Propiedades Físico Químicas

El símbolo químico del hierro es Fe; su nombre deriva del latín ferrum, es de color blanco plateado, tiene una densidad de 7.86 g/ml, así mismo presenta un punto de fusión de 1 535 °C.

El hierro es un metal que pertenece al grupo VIIIB de los metales pesados dúctiles de la tabla periódica, cuyo Número atómico es 26 y presenta un peso atómico de 55,847 g/mol.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

El hierro sólo existe en estado libre en unas pocas localidades, en concreto al oeste de Groenlandia como Hierro ordinario o Hierro - a (Hierro-alfa), Hierro - g (Hierro-gamma) y Hierro - d (Hierro-delta); También se encuentra en los meteoritos, normalmente aleado con níquel.

Otros minerales importantes son la goetita, la magnetita, la siderita y el hierro del pantano (limonita). La pirita, que es un sulfuro de hierro, no se procesa como mineral de hierro porque el azufre es muy difícil de eliminar.

También existen pequeñas cantidades de hierro combinadas con aguas naturales y en las plantas; además, es un componente de la sangre.

La mayor parte del hierro se utiliza en formas sometidas a un tratamiento especial, como el hierro forjado, el hierro colado y el acero. Comercialmente, el hierro puro se utiliza para obtener láminas metálicas galvanizadas y electroimanes. Los compuestos de hierro se usan en medicina para el tratamiento de la anemia, es decir, cuando descende la cantidad de hemoglobina o el número de glóbulos rojos en la sangre.

2.2.1.4 Plomo

Propiedades Físico Químicas

El símbolo químico del plomo es Pb; su nombre deriva del latín plumbum, es de color azulado, tiene una densidad de 11,4 g/ml, así mismo presenta un punto de fusión de 327,4 ° C.

El plomo es un metal que pertenece al grupo IV de la tabla periódica, cuyo Número atómico es 82 y presenta un peso atómico de 207,19 g/mol.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

El plomo rara vez se encuentra en su estado elemental, sus minerales más comunes son el sulfuro, la galeana, carbonato, cerusita, sulfato y anglesita. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo).

Sus aplicaciones en la industria tienen diversos usos debido a que el plomo forma aleaciones con muchos metales y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones (aleaciones con estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio).

Los minerales comerciales pueden contener tan poco plomo como el 3%, pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10%; es por ello que los minerales se concentran hasta alcanzar un contenido de plomo de 40% o más antes de fundirse.

El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave, municiones, fabricación y manejo de ácido sulfúrico, pigmentos tales como blanco de plomo sulfato básico de plomo y los cromatos de plomo.

Otra gran variedad de compuestos de plomo, tales como silicatos, carbonatos y sales de ácidos orgánicos, se emplean como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Así mismo, se usan silicatos de plomo para la fabricación de fritas de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica.

También tiene aplicación en los explosivos a través del azuro de plomo, como detonador. Los arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario.

Otro tipo de aplicación es como pantalla protectora para las máquinas de rayos X; sin embargo, en virtud de las aplicaciones cada vez más amplias de

la energía atómica, se han vuelto cada vez más importantes las aplicaciones del plomo como blindaje contra la radiación.

2.2.1.5 Zinc

Propiedades Físico Químicas

El símbolo químico del zinc es Zn; su nombre deriva del latín zincum, es de color gris, tiene una densidad de 7,14 g/ml, así mismo presenta un punto de fusión de 419,5 ° C.

El zinc es un metal que pertenece al grupo IIB de la tabla periódica, cuyo Número atómico es 30 y presenta un peso atómico de 65,37 g/mol.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

De manera natural, el zinc se presenta como blenda, marmatita o esfalerita de zinc, (ZnS). Así mismo, el zinc está presente en la mayor parte de los alimentos, especialmente en los que son ricos en proteínas.

Los usos más importantes del zinc los constituyen las aleaciones y el recubrimiento protector de otros metales. El hierro o el acero recubiertos con zinc se denominan galvanizados, y esto puede hacerse por inmersión del artículo en zinc fundido, depositando zinc electrolíticamente sobre el artículo como un baño chapeado (electro galvanizado), exponiendo el artículo a zinc en polvo cerca de su punto de fusión o rociándolo con zinc fundido.

2.2.1.6 Cianuro

Propiedades Físico Químicas

En forma sólida se presenta como polvo formado por cristales blancos brillantes; así mismo puede manifestarse como un gas con un ligero olor a almendras cuando esta reaccionando y luego de finalizada la reacción no presenta olor alguno. Tiene un peso molecular de 49 g/mol, tiene una densidad de 1.6 g/ml; presenta un punto de fusión de 564°C.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

Su forma esta en función a su estado; así tenemos que en forma sólida se encuentra como cristales como el cianuro de sodio (NaCN) o el cianuro de potasio (KCN). En estado gaseoso, el cianuro es un gas incoloro como el cianuro de hidrógeno (HCN), o el cloruro de cianógeno (ClCN).

Así mismo, El cianuro está presente en forma natural en algunos alimentos y en ciertas plantas como el cazabe. El cianuro se encuentra en el humo del cigarrillo y en los productos de combustión de los materiales sintéticos como los plásticos.

En el sector industrial, el cianuro se utiliza para producir papel, textiles y plásticos. Está presente en las sustancias químicas que se utilizan para revelar fotografías. Las sales de cianuro son utilizadas en la metalurgia para galvanización, limpieza de metales y la recuperación del oro, plomo y cobre del resto de material removido. El gas de cianuro se utiliza para exterminar plagas e insectos en barcos y edificios.

2.2.1.7 pH

Propiedades Físico Químicas

La palabra pH proviene del latín "pondus Hydrogenium"; que significa literalmente "peso del hidrógeno". El pH es un indicador del número de iones de hidrógeno. Tomó forma cuando se descubrió que el agua estaba

formada por protones (H⁺) e iones hidroxilo (OH⁻). La definición del pH fue hecha por el químico danés Sorensen como el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidrónico y se denomina potencial de hidrogeno.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

Debido a que es un indicador no tiene presencia física sino abstracta.

Sirve para expresar la concentración de iones hidrógeno (H⁺), el mismo que indica el grado de acidez o basicidad de una solución. A continuación se muestra una tabla con valores de pH mas conocidos, a manera de ilustración:

Tipo de disolución	Valor aproximado de pH
Jugo gástrico	1,5
Zumo de limón	2,5
Zumo de naranja	3
Vinagre	3,5
Vino	4
Zumo de tomate	4,5
Cerveza	5
Café	5,6
Agua de lluvia	6
Agua corriente	6,9
Leche	7
Agua pura	7,4
Sangre	8,2
Bicarbonato	8,5
Agua de mar	10,5
Leche de magnesia	12
Lejía	

2.2.1.8 Sólidos Totales Suspendidos (TSS)

Propiedades Físico Químicas

La denominación Solidos Totales Suspendidos, proviene del ingles Total Suspended Solids (TSS), y se define como los materiales suspendidos no

filtrables en un agua obtenidos después de someterla a un proceso de evaporación a temperaturas comprendidas entre 103 y 105 °C; expresados en mg/l.

Presencia en la tierra y Aplicaciones

De manera general, todos los cuerpos de agua natural superficiales y subterráneos así como emisiones líquidas procedentes de toda actividad antrópica, presentan mayor o menor grado de presencia de TSS, razón por la cual este indicador es utilizado para determinar dicho grado de concentración del material suspendido presente en una muestra de agua, lo cual es muy útil en análisis e interpretación química de la calidad de la muestra de agua que se esta analizando.

2.2.1.9 Unidad de Producción

Área en la que se concentran los equipos, maquinarias y personal destinados a procesar los minerales y obtener de esta manera un concentrado del metal fino.

2.2.1.10 Niveles Máximos Permisibles

Son los valores de las concentraciones máximas a las cuales puede llegar un parámetro tal como el plomo, cianuro, etc. Dichas concentraciones son expresadas en la mayoría de los casos en mg/l de muestra.

2.2.1.11 Programa de Monitoreo

Conjunto de Estaciones de Monitoreo de la calidad de efluentes líquidos o emisiones gaseosas provenientes de una Unidad de Producción.

1993

2.2.1.12 Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)

Documento ambiental que se presenta ante el Ministerio de Energía y Minas, en el cual se describe brevemente el entorno biológico de la UP, se identifican los puntos en donde hay un impacto real o potencialmente negativo y se plantean métodos alternativos para su mitigación. Cabe señalar que este documento fue presentado por todas aquellas empresas cuyas operaciones comenzaron antes del año 1993, fecha en la cual se aprobó el DS 016-93-EM.

2.2.1.13 Área de Influencia

Área Físico, Química y Biológica que se ve afectada directa o indirectamente por el desarrollo de las actividades de la UP.

2.2.1.14 Depósito de Relaves

También conocido como Relavera, es un emplazamiento construido como parte del diseño de la UP cuyo objetivo es contener por grandes períodos de tiempo, los residuos o relaves producidos como consecuencia del procesamiento para la obtención de los metales finos.

2.2.1.15 Aguas Arriba

Cualquier punto ubicado antes de que se produzca algún vertimiento de un efluente líquido en un cuerpo de agua natural.

2.2.1.16 Aguas Abajo

Cualquier punto ubicado después de que se produzca algún vertimiento de un efluente líquido en un cuerpo de agua natural.

2.2.1.17 Cuerpos Receptores

Cuerpos de agua generalmente superficiales, los cuales son utilizados para verter efluentes líquidos provenientes de la UP (Ríos, lagos, lagunas, etc.).

2.2.1.18 Fino

Vienen a ser todos aquellos metales preciosos tales como oro, plata, plomo cobre, etc.

2.2.1.19 Efluentes Líquidos

Son sustancias líquidas que se generan como producto de diversos procesos durante el procesamiento de mineral para obtener el fino.

2.2.1.20 Monitoreo

Control que se ejerce sobre la emisión de Efluentes Líquidos o Emisiones Gaseosas generadas como consecuencia del procesamiento de minerales en las unidades de producción.

2.2.1.21 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Método por el cual y a través de diversas disciplinas tales como la Ecología, Biología, Taxonomía, etc, se estudian la intensidad y duración de los impactos positivos o negativos que un determinado proyecto podría tener sobre el ecosistema circundante, así como también las posibles alternativas para eliminar o mitigar los impactos negativos y promover los positivos.

2.2.1.22 Actividades Minero Metalúrgicas

Conjunto de procedimientos y actividades mediante las cuales se procesa el mineral para la obtención del fino.

2.2.1.23 Sustancias Contaminantes

Todas aquellas sustancias producto del procesamiento de mineral que pueden alterar los parámetros tales como pH, Cu, Fe, N₂, As, etc. que existen de manera natural y en concentraciones específicas en el aire o en un cuerpo de agua superficial o subterránea.

2.2.1.24 Punto o Estación de Monitoreo o Control

Ubicación aprobada por la autoridad competente, establecida de acuerdo a los criterios del protocolo de Monitoreo de Aguas para el control de Efluentes Líquidos Minero – metalúrgicos.

2.2.2. PROGRAMA DE MONITOREO EN UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN (UP) MINERA

Debido a que un Programa de Monitoreo esta conformado por un grupo de Estaciones de Monitoreo o Control, resulta más sencillo el estudio de los métodos para ubicar una en particular. Luego de haber determinado cuantas Estaciones de Monitoreo se necesitarán para la UP, se debe realizar una evaluación del área, para determinar que contaminantes se encuentran presentes. Paralelamente, es necesario determinar los tipos de compuestos que se utilizan para confirmar el tipo de contaminantes presentes en el efluente a verter. Adicionalmente, es necesario realizar un inventario de los diversos puntos de vertimiento, con el fin de identificarlos y ubicarlos en un plano para facilitar el trabajo.

Luego de determinar la ubicación de las Estaciones de Monitoreo, es necesario hacer lo propio con los parámetros a ser medidos, así como la frecuencia y el marco legal en el cual se basa el Programa de Monitoreo.

2.2.2.1. MÉTODOS UTILIZADOS PARA UBICAR LA ESTACIÓN DE CONTROL O MONITOREO

Para ubicar una Estación de Monitoreo determinada se recomienda seguir cualquiera de las dos metodologías generales propuestas a continuación. Cabe señalar que estas no son las únicas metodologías existentes; sin embargo, son las más comunes y sencillas para la ubicación de estaciones de monitoreo.

Cualquiera de las dos metodologías propuestas para la ubicación de estaciones de monitoreo debe poder asegurar que se cumplirá el propósito para el cual han sido colocadas; es decir, conocer de manera real y precisa el grado de afectación de los cuerpos receptores (Ríos, lagos, lagunas, etc).

MÉTODO GENERAL 01

- a. Ubicar en un plano, de escala conveniente, a la Unidad de Producción (UP), luego marcar todos los cursos naturales de agua que se verán afectados por el (los), vertimiento(s) a realizar (ríos, corrientes, lagos), así como la dirección y volumen del flujo (aproximadamente) del efluente industrial a ser vertido.
- b. En el mismo plano, marcar todos los efluentes industriales del proceso que pasarán por el área en donde se desea colocar el punto de control incluyendo la dirección y volumen del flujo a ser vertido.

- c. Ubicar los componentes de la UP que generan el vertimiento industrial descrito en el punto "b". Estos componentes se definen como las "Fuentes Potenciales de Contaminantes".
- d. Marcar cualquier flujo adicional de agua relacionado con los componentes descritos en el punto "c".
- e. Calcular el balance de agua sumando los flujos que entran y salen por el área en donde se desea colocar el punto de control, a fin de asegurarse que no hay ninguna fuente adicional de emisión de residuos industriales.
- f. Se pueden utilizar Cartas Hidrográficas, registros de Precipitación y observaciones de campo para identificar los flujos de aguas superficiales presentes todo el año y aquellos que se presentan estacionalmente dentro del área de estudio. Sin embargo, es recomendable realizar monitoreos en el lugar en donde se desea colocar el punto de control, con el fin de hacer más fiables los datos de variación de caudales y precipitaciones de la zona; Cabe señalar que si se opta por el método de monitoreos, se debe hacer una recopilación de datos no menor de un (01) año. Adicionalmente es importante señalar que los monitoreos se deben realizar en un único punto, preferentemente en el lugar en donde se desea colocar la Estación de Control.
- g. Finalmente, es necesario determinar cual es el primer y el último punto de vertimiento de efluentes industriales con el objeto de ubicar una Estación de Monitoreo antes y después de cada vertimiento respectivamente y contar con una estación aguas arriba y aguas debajo de las operaciones de la UP.

MÉTODO GENERAL 02

Una segunda metodología para la ubicación de estaciones de monitoreo consiste en identificar los componentes principales de la UP. Estos

componentes son usualmente las operaciones unitarias que pueden constituir una fuente de contaminación, a saber:

- Labores subterráneas
- Tajos abiertos
- Apilamiento de minerales de desecho, incluyendo pilas de escoria, apilamiento de mineral; de minerales marginales
- Embalses de relaves, incluyendo pozas de retención de soluciones o de almacenamiento de lodo
- Instalaciones de procesamiento, incluyendo concentradora, refinería, fundición.
- Infraestructura y otras instalaciones, incluyendo poblados aledaños o campamentos, labores abandonadas, instalaciones especiales de procesamiento, planta de tratamiento, almacenamiento de lodos y/o residuos, etc.

Las estaciones de monitoreo se seleccionan para cada uno de los componentes principales de la actividad minera. En un programa de caracterización inicial, las estaciones de monitoreo deberán estar dispuestas de la siguiente forma: Una aguas arriba de cada fuente potencial de contaminantes, otra en cada fuente y una aguas abajo de cada fuente potencial de contaminantes.

2.2.2.2. CRITERIOS A SEGUIR PARA LA SELECCIÓN DE PARÁMETROS A MONITOREAR

- Realizar un inventario de los compuestos químicos empleados en los diversos procesos de la UP.
- Enumerar todos los químicos o reactivos utilizados en los diversos procesos o laboreo de minas, por ejemplo: Cianuro, cemento, floculantes, etc.
- Luego de realizado el inventario, se deben evaluar los datos existentes, esto se realiza con el objeto de inferir los posibles problemas relacionados con la calidad del agua, debido a la presencia de ciertos contaminantes, tales como: cianuro, sulfatos, acidez, metales, sólidos suspendidos, etc.
- Identificar el uso de las aguas luego de realizados los vertimientos de la UP (Aguas abajo), tales como agua para consumo humano, uso agrícola, piscícola, etc. para determinar los parámetros de interés específico. Inicialmente, es necesario analizar una serie completa de parámetros en un número limitado de muestras de agua de descarga y receptora de efluentes. Cabe señalar que para la presente tesis, los parámetros a ser estudiados ya se conocen, debido a que son los contemplados en el anexo N° 2 del Decreto Supremo N° 011-96-EM/VMM, del 13 de enero de 1996, "Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Efluentes Líquidos para las Actividades Minero – Metalúrgicas"; a continuación se presenta la lista con los parámetros a monitorear, así como los Límites Máximos Permisibles aprobados por el sector Energía y Minas:

**CUADRO N° 01: PARÁMETROS A MONITOREAR EN
LOS EFLUENTES LÍQUIDOS Y LMP ESPECIFICADOS
EN EL D.S. N° 011-96-EM/VMM**

PARÁMETRO	VALOR EN CUALQUIER MOMENTO	VALOR PROMEDIO ANUAL
pH	Mayor que 5,5 y menor que 10,5	Mayor que 5,5 y menor que 10,5
Sólidos suspendidos (mg/l)	100	50
Plomo (mg/l)	1	0,5
Cobre (mg/l)	2	1
Zinc (mg/l)	6	3
Hierro (mg/l)	5	2
Arsénico (mg/l)	1	0,5
Cianuro total (mg/l)	2	1

NOTA: Los valores en la columna "Valores en Cualquier Momento", son los que se consideran para monitoreos mensuales, semanales, diarios, etc., Así mismo los resultados de los metales están expresados en concentración de metales disueltos.

- Revisar la geología de la zona para identificar el potencial de generación de ácido y todos los metales contenidos en los minerales y/o materiales de desechos. Es importante identificar aquellos presentes solo en trazas, debido a que podrían requerirse análisis de bajo nivel para detectar la presencia de estos metales en las muestras de agua.
- Es conveniente revisar el resultado de los pasos anteriores con la entidad reguladora, en este caso, algún Técnico del Ministerio de Energía y Minas, para corroborar que los resultados obtenidos son correctos.

- Contrastar y actualizar la lista de reactivos empleados, así como los procesos seguidos en la UP cada 4 o 6 meses con los resultados mas recientes del monitoreo para determinar si es necesario agregar o quitar parámetros adicionales o variar la frecuencia de muestreo.

2.2.2.3. CRITERIOS A SEGUIR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE MONITOREO

El cronograma de monitoreo y análisis en cada área de influencia de una UP depende de las características hidrográficas de dicho lugar y del programa de manejo de aguas, así como de las diversas etapas de la operación, por ejemplo: Planeamiento, Operación, Cierre. Sin embargo, este aspecto también se encuentra regulado en el Decreto Supremo N° 011-96-EM/VMM, el cual especifica en el anexo 04 las frecuencias de monitoreo en función al caudal del efluente:

CUADRO N° 02: FRECUENCIA DE MONITOREO EN FUNCIÓN AL CAUDAL DE EMISIÓN DEL EFLUENTE SEGÚN EL D.S. N° 011-96-EM/VMM

VOLUMEN TOTAL DEL EFLUENTE	FRECUENCIA DE MUESTREO
Mayor que 300 m ³ /día	Semanal
50 a 300 m ³ /día	Trimestral
Menor que 50 m ³ /día	Semestral

Adicionalmente, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- El monitoreo debe ser más frecuente durante e inmediatamente después de un evento fuera de control, por ejemplo, derrame de reactivos, relaves, fallas en la presa, etc.

- El monitoreo debe ser mas frecuente antes, durante e inmediatamente después de un cambio en el procesamiento, manejo de agua o de desechos si es que existe un impacto en la calidad del agua receptora de este cambio.
- Durante el primer año de monitoreo regular, este debe ser mas frecuente durante eventos máximos o extremos, a fin de identificar las condiciones máximas y promedio y seleccionar la frecuencia y tipo de monitoreo apropiado para los años futuros. Es común ver una carga máxima en el drenaje de una pila o botadero en los primeros días de lluvia después de un largo período seco. El monitoreo de este drenaje el primer día y en los posteriores días de lluvia puede resultar en una diferencia de un orden de magnitud en las concentraciones metálicas en ese corto período de tiempo, en casos extremos; puede establecerse esta variabilidad para seleccionar intervalos de monitoreo representativo.
- Identificar los componentes para los que se producen cambios en el balance de agua y carga de contaminantes durante el año. Observe que algunos componentes, en relación con otros, mostraran un mayor cambio con las influencias estacionales. Por ejemplo, el balance de agua del apilamiento de desechos esta directamente relacionada con el régimen climático, mientras que el balance de agua alrededor de la concentradora es relativamente constante durante todo el año, sin considerar los cambios en el procesamiento.
- Para cualquier componente o corriente para los cuales no se conoce la variabilidad temporal, es necesario llevar a cabo un programa de muestreo de gran intensidad a corto plazo,

(Ejemplo muestreo cada dos días durante un período de dos semanas).

- Estar preparado para cambiar la frecuencia de muestreo en respuesta a los datos o a las observaciones de campo. Es mejor hacer un muestreo inicialmente con mayor frecuencia, identificar todas las variables y luego disminuir la frecuencia del muestreo en forma apropiada.

2.3 BASE LEGAL

La máxima autoridad ambiental en el Perú, el **Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)**, fue creada mediante Ley N° 26410 del 22 de diciembre de 1994, como la entidad responsable de la planificación y aplicación de la política ambiental del Perú. La política de CONAM es la de asegurar que cada Ministerio encargado de un sector que tenga actividades de producción, establezca su propia Dirección Ambiental y normalice las actividades de este sector.

Así mismo, el día 15 de enero de 2003, mediante Decreto Supremo N°002-2003-AG, se promulgó el “Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Recursos Naturales”, en cuyo artículo N° 3, se expone que la competencia de autoridad ambiental del sector agricultura, se mantendrá a cargo del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), en tanto se constituya el correspondiente órgano de línea del Ministerio de Agricultura.

Es necesario precisar que el INRENA es un Organismo Público Descentralizado del Ministerio de Agricultura, el cual tiene la facultad para emitir opiniones técnicas en materia de proyectos de inversión que afecten los recursos naturales, así como de la coordinación de estudios concernientes a la promoción del aprovechamiento sostenible y conservación de los mismos.

El Ministerio de Energía y Minas, (MEM), es la autoridad ambiental designada como responsable de fijar las políticas y normas ambientales para todas las actividades relacionadas con la minería, el procesamiento de minerales y la energía. Al MEM se le ha otorgado la autoridad para que proponga, apruebe y modifique los procedimientos y programas ambientales que deberán seguir todos los titulares de actividad minera para asegurar el cumplimiento de todos los reglamentos ambientales aplicables.

El MEM ha establecido, dentro de su estructura administrativa la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) y aprobado una serie de normas ambientales aplicables a todas las operaciones de exploración, explotación minera y de procesamiento de minerales. El MEM, el CONAM y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), han trabajado en estrecha colaboración en el desarrollo de normas ambientales antes de su aprobación formal.

2.3.1. Legislación Aplicable a la UP Carahuacra

2.2.1.1 Legislación General

El objetivo general de la actual legislación ambiental minero – metalúrgica en el Perú es asegurar que las operaciones mineras existentes y nuevas incorporen a su diseño, los dispositivos que se requieran para prevenir cualquier impacto que pueda causarse al ambiente circundante y que sus descargas no excedan los Niveles Máximos Permisibles (NMP) establecidos por la Ley.

La legislación básica aplicable a las actividades minero – metalúrgicas empieza por la Ley General de Minería, Decreto Legislativo 109 y su Reglamento aprobado por los

Decretos Supremos No. 025-82EM/VM, y N° 014-92-EM, este último también conocido como **Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (TUO)**, publicado el 3 de junio de 1992, que fuera modificado por los Decretos Leyes N° 25702 del 2 de setiembre de 1992, 25764 del 15 de octubre de 1992, 25998 del 24 de diciembre de 1992 y 26121 del 30 de diciembre de 1992, y por los Decretos Supremos N° 33-94-EM del 9 de Julio de 1994 y 35-94-EM del 16 de agosto de 1994.

El Título Quince (Artículos del 219 al 226) del TUO, establece el marco para la reglamentación ambiental aplicable a todas las actividades mineras y metalúrgicas; el cual identifica al MEM como la única autoridad a cargo de aplicar a la actividad minera las disposiciones del Decreto Legislativo N° 613, también conocido como el **Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**, publicado el 7 de setiembre de 1990, y sus enmiendas.

Por Decreto Supremo N° 016-93-EM, publicado el 1° de mayo de 1993, se aprobó el **Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero – Metalúrgica**, al que se hace referencia en el Título Quince del TUO. El Reglamento incluye un conjunto de normas legales específicas para la industria minera. Estos reglamentos señalan los procedimientos generales que los titulares de la actividad minera deben seguir para mejorar sus instalaciones industriales, de manera que cumplan con las nuevas normas ambientales establecidas por el MEM y las normas y pautas que las nuevas operaciones mineras deben seguir para controlar y monitorear sus efectos sobre el ambiente. La finalidad de esta legislación ambiental es

promover la introducción de las mejores tecnologías disponibles que aseguren la reducción de efectos negativos sobre el ambiente natural y social circundante. Algunas de las disposiciones contenidas en dicho Reglamento fueron posteriormente modificadas a través del D.S. N° 059-93-EM, publicado el 13 de diciembre de 1993.

En julio de 1996, el MEM estableció una nueva reglamentación que requiere y establece los procedimientos para la celebración de una audiencia pública como parte del procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto Ambiental (EIAS) en los sectores Minero y Energético, en cumplimiento del Artículo 20, Capítulo III del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas, Decreto Supremo N° 016-93-EM.

La legislación vigente exige a los titulares de la actividad minera el mantenimiento de programas permanentes de prevención y control ambiental que comprendan muestreos periódicos y análisis químicos y físicos que permitan realizar la debida evaluación y control de efluentes, emisiones y niveles de ruido que resulten de los procesos industriales. Los titulares de actividad minera deben mantener archivos al día de dichos programas y que los mismos están a disposición del MEM para su inspección.

Desde el año 1993, el MEM ha publicado aproximadamente diecisiete guías dedicadas a una variedad de temas de manejo ambiental a las que deben sujetarse los titulares de la actividad minera. En la preparación de la presente tesis se ha tenido especial consideración de las recomendaciones

de la Guía de Monitoreo de Agua Para la Actividad Minero Metalúrgica.

2.3.1.2. Legislación Ambiental Municipal

La Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 23853 de fecha el 8 de junio de 1964, estableció las normas para la organización, autonomía, competencia, funciones y recursos de las municipalidades. De conformidad con esta ley, corresponde a las municipalidades, planear, ejecutar y promover a través de los organismos competentes, las medidas que permitan ofrecer a los ciudadanos un ambiente adecuado para satisfacer necesidades de vivienda, salubridad, abastecimiento, educación, recreación, transportes y comunicaciones (Artículo 62).

Las funciones de los municipios son: (1) asegurar la conservación de la flora y fauna local y promover entre las respectivas entidades las medidas necesarias para desarrollar y explotar los recursos naturales ubicados dentro de su jurisdicción, incluyendo los recursos energéticos, (2) controlar y aprobar normas para promover actividades relacionadas con la salud ambiental, seguridad y sanidad en establecimientos comerciales e industriales y (3) establecer medidas para el control del ruido, el tráfico y el transporte público.

Aunque la legislación vigente alienta a las autoridades locales a ejercer cierto control sobre asuntos ambientales dentro de su propia jurisdicción, la filosofía de la legislación ambiental peruana es la de delegar en cada uno de los Ministerios la regularización y supervisión de las operaciones industriales que están bajo su control.

2.3.1.3. Recursos Naturales

En el Ministerio de Agricultura, el ejercicio de las funciones referidas a la evaluación de impacto ambiental está delegado, a la Oficina de Gestión Ambiental Transectorial, Evaluación e Información de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Este es un organismo público descentralizado que cuenta entre sus órganos de línea con cinco Intendencias: Aguas y Suelos, Forestal, Áreas Protegidas y Fauna Silvestre, Estudios y Proyectos de Recursos Naturales y Medio Ambiente Rural.

2.3.1.4. Preservación del Patrimonio Cultural

La Ley 24047 o Ley General de Amparo al Patrimonio Monumental de la Nación, en su Artículo 4, define los bienes culturales como inmuebles y muebles.

Entre los inmuebles se citan a los sitios arqueológicos, los edificios y demás construcciones de valor artístico, científico, histórico técnico y a los conjuntos y ambientes de construcciones, urbanos y rurales que tengan algún valor cultural, aunque estén constituidos por bienes de diversa antigüedad y destino.

La protección de los bienes inmuebles comprende el suelo y subsuelo en que se asientan, los aires y el marco circundante en la extensión técnicamente necesaria para cada caso.

El Art. 12 de la Ley 24047 estipula que los planes de construcciones o restauraciones privadas que de un modo u otro se relacionen con un bien cultural inmueble serán sometidos por

la entidad responsable de la obra a la autorización previa del Instituto Nacional de Cultura.

Por otro lado, el Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas aprobado mediante Resolución Suprema 559-85-ED, define la arqueología de emergencia y los procedimientos a seguirse para ejecutar estudios o investigaciones de salvataje o rescate arqueológico.

2.3.1.5. Tenencia y Propiedad de la Tierra

Sobre la tenencia y Propiedad de la Tierra, la legislación establece que las tierras de las comunidades rurales, tal como son descritas en el **Acta de Deslinde y Titulación** promulgada por la Ley N° 246657 son inembargables, imprescriptibles e inalienables. Sin embargo, la **Ley General de Comunidades Rurales** promulgada por la Ley N° 24656, establece en su sección 7 que las tierras comunales pueden ser expropiadas por causa de edad y utilidad pública, previo pago de un precio justo a sus propietarios.

2.3.1.6. Legislación Específica

El 13 de enero de 1996 se aprobó la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, a través de la cual se fijaron los Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos Minero-Metalúrgicos. Esta resolución estableció criterios de calidad de efluentes para descargas líquidas de la actividad minero – metalúrgica así como las frecuencias de muestreo y de informe. Se establecieron límites para el "Valor en Cualquier Momento" (instantáneo) y para el "Valor Promedio Anual" de pH, sólidos

suspendidos (TSS), metales disueltos (plomo, cobre, zinc, hierro y arsénico) y cianuro total.

El 24 de julio de 1969, se publicó el Decreto Ley N° 17752, o mejor conocida como la Ley General de Aguas, durante el gobierno del presidente de la República del Perú, General de División E.P. JUAN VELASCO ALVARADO. Dicha reglamentación, aunque con ciertas modificaciones continúa aun vigente.

En esta ley, los artículos 2, 4, 10, 14, 22, 85, 122, 123, 124 y 125, Así como los artículos 3, 57, 58, 59, 69, 71, 74 y 80 del Reglamento de los Títulos I, II Y III del Decreto Ley N° 17752 hacen referencia a la preservación de los cuerpos receptores, así como los responsables de hacer cumplir la presente normativa, requisitos a ser presentados para proyectos industriales y sanciones a aquellos que incumplan con lo expuesto en la presente ley.

Así mismo, el artículo N° 82 expone los LMP para los diversos tipos de aguas presentes. Para el presente caso, dichos LMP son los expuestos en la clase III, el mismo que hace referencia a los parámetros que un cuerpo receptor debe presentar.

A continuación se presenta un cuadro con las clases de agua de la Ley General de Aguas.

CUADRO N° 3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LA LEY GENERAL DE AGUAS

PARAMETRO	UNIDAD	USO DE RECURSOS DE AGUA					
		I	II	III	IV	V	VI
LÍMITES BACTERIOLÓGICOS							
Coliformes totales ⁽¹⁾	NMP/100 mL	8.8	20,000.0	5,000.0	5,000.0	1,000.0	20,000.0
Coliformes fecales ⁽¹⁾	NMP/100 mL	0.0	4,000.0	1,000.0	1,000.0	200.0	4,000.0
LÍMITES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DE OXÍGENO DISUELTO							
Oxígeno disuelto	mg/L	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0
D.B.O. ⁽²⁾	mg/L	5.0	5.0	15.0	10.0	10.0	10.0
LÍMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS							
Selenio	mg/L	0.0100	0.0100	0.0500	-----	0.0050	0.0100
Mercurio	mg/L	0.0020	0.0020	0.0100	-----	0.0001	0.0002
P.C.B.	mg/L	0.0010	0.0010	⁽³⁾	-----	0.0020	0.0020
Esteres Estalatos	mg/L	0.0003	0.0003	0.0003	-----	0.0003	0.0003
Cadmio	mg/L	0.0100	0.0100	0.0500	-----	0.0002	0.0040
Cromo	mg/L	0.0500	0.0500	1.0000	-----	0.0500	0.0500
Níquel	mg/L	0.0020	0.0020	⁽³⁾	-----	0.0020	⁽⁴⁾
Cobre	mg/L	1.0000	1.0000	0.5000	-----	0.0100	⁽⁵⁾
Plomo	mg/L	0.0500	0.0500	0.1000	-----	0.0100	0.0300
Zinc	mg/L	5.0000	5.0000	25.0000	-----	0.0200	⁽⁴⁾
Cianuros (CN)	mg/L	0.2000	0.2000	⁽³⁾	-----	0.0050	0.0050
Fenoles	mg/L	0.0005	0.0010	⁽³⁾	-----	0.0010	0.1000
Sulfuros	mg/L	0.0010	0.0020	⁽³⁾	-----	0.0020	0.0020
Arsénico	mg/L	0.1000	0.1000	0.2000	-----	0.0100	0.0500
Nitratos (N)	mg/L	0.0100	0.0100	0.1000	-----	N.A.	N.A.
Pesticidas		⁽⁶⁾	⁽⁶⁾	⁽⁶⁾	-----	⁽⁶⁾	⁽⁶⁾
LÍMITES DE SUSTANCIAS O PARÁMETROS POTENCIALMENTE PERJUDICIALES							
M.E.H. ⁽⁷⁾	mg/L	1.50	1.50	0.50	0.20	-----	-----
S.A.A.M. ⁽⁸⁾	mg/L	0.50	0.50	1.00	0.50	-----	-----
C.A.E. ⁽⁹⁾	mg/L	1.50	1.50	5.00	5.00	-----	-----
C.C.E. ⁽¹⁰⁾	mg/L	0.30	0.30	1.00	1.00	-----	-----

Notas:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- IV. Agua de zonas recreativas de contacto primario (baños y similares).
- V. Aguas de zona de pesca de mariscos bivalvos.

VI. Aguas de zona de Preservación de Fauna Acuática y Pesca Recreativa o Comercial.

- (1): Entendidos como valor máximo en 80% de 5 ó más muestras mensuales.
- (2): Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días, 20° C.
- (3): Valores a ser determinados. En caso de sospechar su presencia se aplicará los valores de la columna V provisionalmente.
- (4): Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.002.
- (5): Pruebas de 96 horas LC50 multiplicadas por 0.1.
- (6): Para cada uso se aplicará como límite los criterios de calidad de aguas establecidos por el Environmental Protection Agency de los Estados Unidos de Norteamérica.
- (7): Materiales Extractable en Hexano (grasa principalmente).
 - 8.: Sustancias activas de azul de Metileno (detergente principalmente).
 - 1.: Extracto de columna de carbón activo por alcohol (según método de flujo lento)
 - 2.: Extracto de columna de carbón por cloroformo (según método de flujo lento).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por el tipo, el estudio reúne las condiciones metodológicas de una “investigación aplicada”, en razón, que utiliza conocimientos de evaluación ambiental a fin de aplicarlos en la investigación.

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

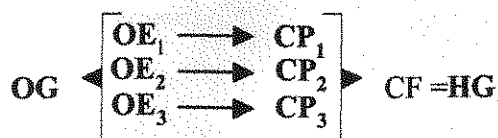
Por su nivel reúne las características de un estudio **descriptivo, explicativo, correlacional y prospectivo.**

3.1.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología empleada es: **la descriptiva, de análisis, síntesis e inductiva,** puesto que, la obtención del conocimiento parte de la observación y descripción para ser analizada en forma elemental, desde lo particular a lo general.

3.1.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño empleado es el de objetivos, conforme al esquema siguiente:



Donde:

- **OG=** Objetivo General
- **OE =** Objetivos Específicos
- **CP =** Conclusiones Parciales
- **CF =** Conclusión Final
- **HG=** Hipótesis General

3.2 COBERTURA DEL ESTUDIO

3.2.1 UNIVERSO

Área de influencia de la UP Carahuacra, la cual se ubica en el Paraje Puca Loma, distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín.

3.3 MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1 MATERIALES

3.3.1.1 Material Cartográfico

La cartografía empleada es la siguiente:

- a) Plano digitalizado de la Carta Nacional Matucana, 1:50 000, Elaborado por el Departamento de Planeamiento, Volcan Compañía Minera S.A.A.
- b) Planos de Ubicación 1:25 000
- c) Esquema de la concesión UP Carahuacra

3.3.1.2 Material Temático

- a) **Evaluación de impacto ambiental:** Se accedió a Estudios de Impacto Ambiental, Programas de monitoreo aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), Guías publicadas por el MEM, documentos elaborados a nivel nacional sobre las técnicas cualitativas y cuantitativas de evaluación del impacto ambiental, de Conesa 1995,1997 y Weitzenfel.
- b) **Información de campo:** Se recabó información teórica referida a flora, fauna, geológica, hidrológica, edáfica, socioeconómica, la cual fue corroborada en el área de estudio, a través de inspecciones de campo.
- c) **Información Estadística:** Se emplearon los monitoreos mensuales realizados entre los años 2002 al 2004, de los puntos de control MA 09 (Estación de Monitoreo del Vertimiento de Efluentes Líquidos de la Relavera Rumichaca) y MA10 (Estación de Monitoreo a ser adicionada al Programa de Monitoreo de la UP Carahuacra ya existente).

3.3.1.3 Materiales Varios

- Scanner
- Computadora portable
- Impresora
- Cámara fotográfica digital
- pH – metro
- Turbidímetro
- Plotter.
- Libreta de campo.

- Wincha de lona (50 m).
- GPS
- Software (Windows, Office, Autocad, ACDSsee, MSPaint, Adobe Acrobat, MSExplorer, MSPPhoto Editor).
- Material de escritorio
- Fotografías e imágenes
- CD Writer
- INTERNET

3.3.2 PROCEDIMIENTO

El método empleado para la ubicación del Punto de Control aguas arriba de la descarga del depósito de relaves de Rumichaca fue siguiendo lo expuesto en el "Método General 01", el cual se presenta en el capítulo N° II del presente estudio. A continuación se detallan los pasos seguidos:

Como primer paso y luego de haber realizado una recopilación bibliográfica de la Línea Base del área de estudio, se realizó una inspección de campo preliminar en los alrededores del lugar en donde se busca colocar la estación de monitoreo, con el fin de corroborar ciertos datos obtenidos teóricamente, tales como, características del suelo, cursos de agua superficial y subterráneos, flora y fauna existentes, entre otros.

El siguiente paso fue ubicar en un plano a escala 1:20 000, los siguientes elementos:

- **Río Rumichaca**, Cuerpo receptor, el cual se vería afectado por el vertimiento a realizar.
- **Depósito de relaves Rumichaca**, Generador del efluente industrial

- **Caudal del efluente industrial**, proveniente del depósito de relaves.

Cabe señalar que en el área de estudio, no existe ningún punto de vertimiento adicional al que proviene del depósito de relaves de Rumichaca.

Se calculó el caudal de aguas que entran y salen por el lugar en donde se ubicará el punto de control, habiendo determinado que aguas arriba y aguas abajo solo se cuenta con un único caudal, que es el proveniente del río Rumichaca. Esto se debe a que el punto de control, motivo de estudio en la presente tesis, se ubica aguas arriba del vertimiento proveniente del depósito de relaves. En el anexo 1 se muestra el plano de Ubicación de los Puntos de Monitoreo – Efluentes UP Carahuacra.

Es necesario precisar que entre los años 2002 y 2004 se monitoreó las aguas del río Rumichaca en un mismo punto y se cuenta con los resultados de dichos monitoreos, se optó por utilizar esta información para contrastar y validar la información bibliográfica consultada referida a la calidad de las aguas del río Rumichaca.

Finalmente, se procede a interpretar y analizar los resultados obtenidos de la calidad del agua del río Rumichaca; esto se realiza con el objeto de determinar cuales son las características Físico – Químicas que poseen dichas aguas, antes de realizar algún vertimiento (Estación de Monitoreo MA 10) y contrastar dichos valores con los obtenidos en la Estación de Monitoreo aguas abajo de los vertimientos de la Relavera Rumichaca (MA 09). En caso de encontrar una variación significativa, es decir exceder los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 011-96-EM/VMM, será necesario plantear métodos de mitigación específicos a dichos impactos negativos.

Es necesario precisar en este punto que, conforme lo expuesto en la viñeta N° 2, del ITEM 2.2.2.2. "CRITERIOS A SEGUIR PARA LA SELECCIÓN DE PARÁMETROS A MONITOREAR", de la página 24, se deben Enumerar todos los químicos o reactivos utilizados en los diversos procesos o laboreo de minas, por ejemplo: Cianuro, cemento, floculantes, etc. Razón por la cual a continuación se presenta una breve descripción de las operaciones realizadas en la UP Carahuacra, así como una lista de los compuesto químicos empleados. En el anexo 01 se muestra un flowsheet del proceso descrito a continuación

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA CONCENTRADORA DE LA UP CARAHUACRA¹

La planta concentradora cuenta con las secciones de chancado, molienda, flotación y disposición de relaves, las cuales permiten procesar y obtener concentrados de plomo y zinc.

Los reactivos utilizados en el proceso se muestran a continuación:

¹ Fuente: Autogenerado basado en información proveniente del Ministerio de Energía y Minas

REACTIVO	SECCIÓN MOLIENDA	SECCIÓN FLOTACION	SECCIÓN FILTROS
Cianuro de Sodio	X	X	-
Sulfato de Zinc	X	X	-
Oxido de calcio (cal)	X	X	-
Xantato Z-11	-	X	-
Sulfato de Cobre	-	X	-
Magnaflot (Espumante)	-	X	-
Ácido Nítrico	-	-	X

- **SECCIÓN CHANCADO**

En esta sección se realiza la reducción de tamaño del mineral obtenido de la mina hasta un diámetro máximo de $\frac{3}{4}$ ". El sistema para la recepción del mineral grueso procedente de las minas se realiza con carros de línea cuyas capacidades son de 5 TM c/u.

Esta sección tiene por objeto realizar un chancado primario, desde la tolva de gruesos la cual tiene 100 TM de capacidad. El producto es descargado al stock pile desde el cual se traslada el mineral al circuito de clasificación y chancado secundario que se realiza en tres chancadoras. Finalmente se conduce a 4 tolvas de finos de 400 TM de capacidad cada una, desde donde se alimenta el mineral a los molinos.

- **SECCIÓN MOLIENDA**

Esta conformada por 4 molinos de bolas; en esta sección se realiza la liberación de las partículas asociadas entre si formando el fino y la ganga, a la que se le agrega la cantidad de agua suficiente para formar la pulpa apta para la flotación.

- **SECCIÓN FLOTACIÓN**

En esta sección se separa el fino de la ganga, los cuales vienen a constituir los concentrados y relaves, respectivamente. Para ello se cuenta con un circuito de flotación de plomo y otro para el zinc.

CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE PLOMO

En este circuito se realiza la obtención de los minerales de plomo produciendo el concentrado respectivo, deprimiendo paralelamente la ganga y los minerales de zinc; estos últimos son transportados luego al circuito de obtención de zinc.

El proceso se realiza en el circuito de rougher de plomo, el cual cuenta con 6 celdas, seguidamente la pulpa pasa a un filtro de discos para retirar el exceso de agua y obtener finalmente el concentrado el cual tiene entre 10 y 15% de humedad.

CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE ZINC

Para lograr la flotación del zinc se agrega mayor cantidad de cal así como reactivos promotores, llegando a un pH= 11; con lo que se activa el zinc que fuera deprimido en el

circuito anterior. Posteriormente se obtiene el concentrado el cual se pasa a través de otro sistema de filtro de discos para reducir el exceso de agua.

- **SECCION DISPOSICIÓN DE RELAVES**

Los relaves generados, son dispuestos en el Depósito de Relaves de Rumichaca, el cual se ubica a 1.8 Km de la Planta Concentradora.

La sección de relaves, cuenta con 4 bombas con motores de 200 HP, las cuales trabajan enseriadas, lo cual permite que el relave fluya a través de una tubería de 8" Ø. La parte gruesa de los relaves es llevada a la mina para relleno hidráulico y los finos se depositan en la cancha de relaves.

CAPITULO IV

LINEA BASE

4.1. SITUACION GEOGRAFICA

La Unidad de Producción (UP) Carahuacra, se encuentra ubicada en el Paraje Puca Loma, distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín.

Geográficamente se encuentra en el flanco Este de la Cordillera Occidental de los andes a 110 kilómetros, en línea recta con dirección N 75° E de la ciudad de Lima. Las coordenadas UTM son N: 8 707 773 y E: 381 057, con una altitud de 4260 msnm.

En relación a proximidades a centros poblados, el más cercano a la UP es el pueblo de Yauli, el cual dista 9,4 Km. Adyacentes a la UP se tienen los campamentos Túnel y Staff, los cuales albergan al personal que trabaja en la UP Carahuacra; adicionalmente es necesario precisar que, aparte de las ya mencionadas, no existen zonas pobladas en las proximidades.

4.2. ACCESIBILIDAD A LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN CARAHUACRA

La UP Carahuacra se encuentra a 9,4 Km del pueblo de Yauli, es accesible por la carretera central a partir de un ramal de 18 Km. desde Pachachaca. Por vía férrea, desde Lima hasta Yauli. El centro metalúrgico de La Oroya dista 40 Km de la UP.

En el anexo 1 se muestra la siguiente información:

- Mapa De Ubicación Geográfica UP Carahuacra
- Plano de Ubicación UP Carahuacra

4.3. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE²

4.3.1. GEOLOGÍA DEL ÁREA

4.3.1.1. Geología Histórica

Los primeros sedimentos que se depositaron en la región y que constituyen el basamento de toda la secuencia estratigráfica, fueron del tipo Flash, que tuvieron su proceso de deposición en el paleozoico, a fines del período silúrico y durante el devónico, en una cuenca marina que cubrió gran parte de la región central. Estos sedimentos marinos durante el carbonífero son sometidos a fuertes plegamientos originados por movimientos orogénicos los que vienen a constituir el primer diastrofismo reconocible en el Perú y se considera como la fase inicial de la Orogénesis Hercínica; en las partes profundas de la secuencia plegada afectó un metamorfismo dinámico regional, el cual produjo como resultado las filitas del grupo excelsior.

Las secuencias correspondientes al Misisipiano – Pensilvaniano están ausentes en el área del Domo de Yauli por lo que se supone que toda la zona estuvo sumergida como consecuencia de una marcada Orogénesis que siguió a la Tectogénesis Eohercínica, originando un relieve montañoso acompañado de intensa acción denudante. Es muy posible que estos eventos tectónicos fueran las fases iniciales de la formación del Domo de Yauli.

² FUENTE : Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas

Durante el Período Pérmico, hubo deposición de sedimentos continentales y semicontinentales, producto de la regresión marina ya que es una sedimentación detrítica derivada de la erosión de macizos montañosos fuertemente alzados; estos sedimentos fueron depositados durante la fase final del diastrofismo herciniano y constituyen la fase sedimentaria del grupo Mitu a los que sucede una larga e intensa actividad volcánica que se manifiesta con derrames de lava y ceniza, cubriendo toda la zona y mares circundantes. Cabe señalar que las lavas conforman la fase volcánica del grupo Mitu (Volcánico Catalina).

Posteriormente se produjo un gran proceso de erosión, el cual ocasionó la formación de conglomerados, originando la discordancia erosional aparentemente paralela que marca el paso para el grupo Mitu a los sedimentos marinos del grupo Pucará, esta discordancia se ubica entre el Pérmico Superior y el Noriano.

Como siguiente paso se produjo una trasgresión marina y se depositaron calizas de color gris claro con bandas de chert en mares someros y tranquilos, estas vienen a constituir las primeras formaciones de las calizas Pucará. Estos eventos se dieron durante el período Sinemuriano y el Toarciano. Esta deposición se veía interrumpida por derrames lávicos de la época, los cuales se emplazaron en las calizas y se presentan en la actualidad interestratificados con las capas calcáreas y vienen a conformar los horizontes tufáceos que se observan en Carahuacra.

Durante el Cretáceo Interno se retiraron los mares de los continentes, se depositaron lutitas rojas y conglomerados,

los cuales constituyen la secuencia clásica del grupo Goyllarisquizga. Durante el período Alviano, una marcada trasgresión marina invadió la región permitiendo la deposición de las calizas del grupo Machay, con cambios de fases debido al retroceso de los mares entre fines del período Alviano y Santoniano.

La emergencia post – Santoniana marcada al inicio de los movimientos andinos (Plegamiento Peruano de Steinman) que prosiguieron hasta el terciario originando pliegues y fallas de gran magnitud, como es el caso del Anticlinal de Chumpe – Morococha que junto a los demás pliegues menores formaron el Domo de Yauli. A fines del Cretáceo y comienzos molásicos, depositándose las capas rojas pertenecientes a la formación Casapalca.

En el Eoceno Medio y comienzo del superior, una segunda fase de la Ortogenia Andina (Plegamiento Incaico de Steinman) provocó nuevos plegamientos, Siendo considerado este movimiento mas intenso que el primero. La liberación subsiguiente a este plegamiento incaico de esfuerzos de compresión produciría callamientos normales de rumbo NE – SW que mas tarde sirvieron como estructuras que controlaron el emplazamiento de intrusiones menores y la misma mineralización.

Una nueva fase orogénica posiblemente del Mioceno afecto la región andina (plegamiento quechua de Steinman), originando nuevos pliegues y callamientos relacionados con el emplazamiento de intrusiones menores de composición intermedia como la Diorita Anticona, la Monzonita Cuarcifera de Morococha y Carahuacra, el

pórfido cuarífero de Morococha y finalmente los diques de andesita.

La continuación de esfuerzos compresionales posteriores al emplazamiento de los intrusos dieron lugar a la formación de fracturas de tensión y cizalla, seguida de manifestaciones magmáticas residuales cargadas de soluciones mineralizantes, las cuales llenaron las fracturas pre - existentes formando las actuales vetas, o también reemplazaron a diferentes tipos de rocas formando los cuerpos y mantos.

Posteriormente la región andina quedó sometida a una prolongada e intensa erosión, por efecto de la cual, las montañas quedaron reducidas a una superficie de topografía madura conocida como la "Superficie Puna" (2000 - 2500 msnm), esta actividad se dio durante fines del Mioceno y principios del Plioceno. Al desarrollo de la superficie puna sucedió el levantamiento epirogénico de los andes hasta su altura actual (4000 - 5000 msnm).

4.3.1.2. Geología Regional

Esta constituida en un 90% de rocas sedimentarias que datan del paleozoico inferior al cretácico, intruidas por masas ígneas de composición intermedia y básica. En relación a la estratigrafía, el área de emplazamiento de la UP presenta la siguiente composición:

Grupo Excelsior, Conforman el núcleo del Domo de Yauli pizarras de color gris a negro, localmente conocidas como filitas, cortadas por vetas de cuarzo que aumentan su

potencia en el centro del anticlinal. Esta secuencia se ubica como silúrica – Devónico.

Grupo Mitu, Discordantemente yace un conglomerado y areniscas de origen continental; y otra fase volcánica de brechas y derrames conocido como volcánicos Catalina que van desde dasitas hasta andesitas de edad pérmica.

Grupo Pucará, Secuencia calcárea que yace discordantemente sobre el mitu, localmente en Carahuacra no tiene la parte inferior, estas calizas bien estratificadas tienen intercalaciones de tufos ligados muy posiblemente a la mineralización en Mantos, de la edad triásica superior.

Grupo Goyllarisquisga, Este grupo es concordante al Pucará; se caracteriza por presentar areniscas de apariencia cuarcítica, esta secuencia es de la edad Cretácea.

Intrusitos, A todo lo largo del área de estudio se tiene intrusitos de diferente naturaleza. Con relación al intrusito Carahuacra, lo afectan rocas del preezoico, esta formación geológica se ubica al este de la Unidad de Producción.

4.3.1.3. Geología Estructural

Plegamientos, Se distinguen dos periodos de plegamientos; el mas antiguo que el excelsior y el que dio origen al anticlinal de Yauli con una dirección regional de N 35° - 40°W.

Fracturamientos, Se pueden distinguir dos sistemas de fracturas, uno paralelo al eje del anticlinal por compresión y otro transversal de tensión, también hay de cizalla y gravitacionales perpendiculares al eje.

4.3.2. MINERALOGIA

Los minerales tratados provienen de interior mina y de Tajo Abierto; el mineral más importante es la esfalerita asociada a galena, pirita y marcasita. La ganga esta compuesta por la sílice como chert de varios colores y en menor proporción el cuarzo. El enriquecimiento secundario esta constituido por óxidos de hierro y magnesio, plata nativa, argentita y pirargirita.

La secuencia mineralógica es como sigue:

- Esfalerita ferrosa-Chalcopirita
- Magnetita - Hematita - Pirita
- Pirita
- Galena
- Esfalerita
- Estibita - Jamesonita
- Cuarzo - Carbonatos
- Marcasita
- Yeso - Baritina

4.3.3. HIDROLOGÍA

Hidrográficamente, el área de emplazamiento de la UP se encuentra ubicada en la vertiente del Atlántico, dentro de la cuenca hidrográfica del río Yauli, el cual a su vez es afluente del río Mantaro.

El área presenta un coeficiente de escurrimiento de 0,57 (relación entre la escorrentía superficial y la precipitación), lo cual significa que el 57% de la precipitación se convierte en escorrentía superficial.

En los alrededores se puede ver la presencia de algunas lagunas como la Pomacocha, Churria, Chumpe, Yantac, entre otras.

En relación a las fuentes de agua superficial existentes en la zona de estudio, se tienen a los ríos Carahuacra y Pomacocha, los cuales dan origen al río Yauli y finalmente el río Chumpe, afluente del río Yauli. Adicionalmente se tienen lluvias, cuyas escorrentías sirven como aporte hídrico a la microcuenca.

En relación a la calidad del agua, los parámetros que definen la calidad del agua son todos los elementos presentes en ella cuyo contenido puede ser perjudicial para la salud o afectar su aceptabilidad por parte del consumidor. Estos elementos pueden ser de origen Microbiológico, Biológico, Físico - Químico o Radioactivo.

Microbiológico, Se considera dentro de esta clasificación a todos los microorganismos productores de enfermedades, como los virus y algunos tipos de bacterias.

El indicador universalmente empleado para este fin es el grupo de organismos coliformes y específicamente las coliformes fecales. Las

bacterias productoras de enfermedades y las coliformes fecales, proceden de contaminación por heces humanas, o de otros animales de sangre caliente.

Biológicos, Dentro de este tipo de organismos contaminantes tenemos:

- Protozoos, entre los que destacan la entamoeba histolítica, la cual produce amebiasis
- Helmintos, los cuales presentan forma de gusanos redondeados o planos, se transmiten al hombre mediante larvas o huevos presentes en el agua de bebida.
- Organismos de vida libre, entre los que destacan los hongos, algas, protozoos de vida libre, nemátodes, caracoles etc.

Es importante señalar que no se dispone de procedimientos rutinarios de muestreo para determinar alguno de estos organismos, sin embargo, si se hace un buen tratamiento al agua que servirá para consumo, con una concentración residual de cloro de 0,5 mg/l, después de una hora de contacto, debe dar una agua libre de organismos biológicos, la cual, teóricamente, quedaría apta para consumo humano.

Físico Químicos, Dentro de este grupo los elementos que causan problemas en el agua se clasifican en tóxicos y aquellos que afectan la aceptabilidad del agua.

A diferencia de los contaminantes microbiológicos, los cuales pueden causar problemas agudos a la primera ingestión, los elementos tóxicos

mayormente causan problemas después de un prolongado período de ingestión, salvo en el caso de una contaminación masiva accidental.

Se tiene un especial interés en aquellos elementos con propiedades venenosas acumulativas, y aquellos que pueden causar cáncer y otras enfermedades similares. Cabe señalar que este tipo de sustancias tóxicas contaminantes pueden ser de origen orgánico o inorgánico.

Radioactivos, Los elementos radiactivos que pueden causar este tipo de efectos en el agua son los radionúcleos de emisión de actividad tipo alfa que se presentan de manera natural en el ambiente. Por lo general se presentan en aguas subterráneas.

4.3.4. TOPOGRAFÍA

La zona de estudios presenta una topografía moderada con valles amplios de origen glacial y algunas quebradas secundarias de aspecto juvenil.

4.3.5. CLIMATOLOGÍA

El clima del área en donde se encuentra emplazada la UP corresponde a la clasificación sub - húmedo y frígido, el cual se caracteriza por escasa precipitación en invierno y otoño, además de no presentar un cambio térmico invernal bien definido. Durante las noches despejadas, se genera una fuerte e incontenible radiación térmica del suelo hacia el ambiente, este fenómeno se da con mayor intensidad mientras el suelo presenta mayor grado de sequedad, dando lugar al proceso de inversión atmosférica, causado por las heladas.

Este fenómeno consiste en la existencia de una capa de aire superenfriado, es decir, a temperaturas inferiores a 0 °C con un

espesor variable, la cual se encuentra en contacto con el suelo, existiendo sobre ella otra capa de aire a mayor temperatura.

En época de lluvias, se registran altas precipitaciones entre diciembre a marzo, con un promedio de 750 mm, y una temperatura promedio de 1.82 °C, el resto del año se registra una temperatura que varía entre -3 °C y 13 °C, con un promedio de 7 °C. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área en la que se encuentra ubicada la UP Carahuacra pertenece al páramo muy húmedo – alpino tropical a sub alpino tropical.

Es necesario precisar que la clasificación realizada por Holdridge consiste en un sistema estrictamente ecológico basado primordialmente en dos parámetros climáticos: Precipitación pluvial y temperatura, y complementado con observaciones directamente de vegetación.

4.3.6. AMBIENTE BIOLÓGICO

Mediante el método de inspección visual durante un período de 2 semanas, se realizó el siguiente estudio el cual permitió determinar in situ las siguientes especies correspondientes a flora y fauna.

4.3.6.1. FLORA

La flora en general tiene el aspecto de pajonal. De acuerdo a la escala de trabajo se ha determinado 3 tipos de vegetación, siendo estas el pajonal propiamente dicho, totoral y matorrales de Chuquiraga de acuerdo a su predominancia en la cobertura vegetal.

La estructura de la vegetación de los pajonales de puna por estratos tiene una densidad foliar aportada mayormente por el ichu (*Stipa ichu*) y el crespillo (0 a 1 m) aportando en promedio $4328 \text{ cm}^2/\text{m}^3$ (ver Tabla 4.3.6.1) El aporte a la densidad es mayor en los estratos más bajos por la abundancia de especies perennes y anuales y por la estructura misma de las especies, así el primer estrato (0-0.5 m) está aportando $3090 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$, lo que representa el 71.4% de la estructura vertical, mientras que el segundo estrato (0.5-1 m) aporta $1231 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$. Sólo en las zonas en las que el pajonal no ha estado sujeto a presión debido a actividades de pastoreo o por contaminación minera se presentan individuos de ichu que logran sobrepasar ligeramente el metro de altura logrando únicamente aportar $7 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$.

TABLA 4.3.6.1 : FLORA PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
NCE	<i>Poa gymnantha</i>	Poacea
NCE	<i>Bromus lanatus</i>	Poaceae
NCE	<i>Agrostis breviculmis</i>	Poaceae
NCE	<i>Dissanthelium calycinum</i>	Poaceae
Huaylla-ichu	<i>Calamagrostis antoniana</i>	Poaceae
Tullu-tullu	<i>Calamagrostis rigescens</i>	Poaceae
Crespillo, Cushpa-cushpa	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Poaceae
NCE	<i>Calamagrostis rauhii</i>	Poaceae
NCE	<i>Calamagrostis recta</i>	Poaceae
NCE	<i>Alopecurus hitchcocki</i>	Poaceae
Huamanpinta	<i>Chuquiraga spinosa</i>	Asteraceae
Quefua	<i>Polylepis racemosa</i>	Rosaceae
Huira huira	<i>Senecio canescens</i>	Asteraceae
Ichu	<i>Stipa ichu</i>	Graminae
Ichu	<i>Stipa mucronata</i>	Graminae
Crespillo	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Graminae
Chillhua-ichu	<i>Festuca dolichophylla</i>	Graminae
NCE	<i>Festuca dichoclada</i>	Graminae
NCE	<i>Festuca peruviana</i>	Graminae
NCE	<i>Festuca rigidifolia</i>	Graminae
NCE	<i>Festuca rigescens</i>	Graminae
NCE	<i>Piptochaetium panicoides</i>	Graminae
NCE	<i>Piptochaetium montevidense</i>	Graminae
Garbancillo	<i>Astragalus garbancillo</i>	Leguminosae
Huarajo-quichca	<i>Opuntia floccosa</i>	Cactaceae

Fuente: EIA Relavera N° 6 de Mahr Túnel (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas)

NCE = Especie y/o nombre común no especificado

La densidad de especies está mayormente dominada por las gramíneas y precisamente las especies de este grupo son las que mayormente aportan a la cobertura del suelo y al perfil foliar y por ello influyen decisivamente en la estructura

comunitaria y hábitats para la fauna. La importancia de este tipo de análisis radica en la estrecha relación entre la cobertura vegetal, en la que influye el perfil foliar, con la presencia de fauna.

4.3.6.2. FAUNA

Haciendo una inspección visual rápida en la zona de estudio se pueden identificar mamíferos tales como llamas, alpacas, ovejas, vacas y carneros así como también peces, específicamente truchas las cuales son criadas como parte de las actividades económicas de la zona, en la zona de Pomacocha.

Una característica con relación a los mamíferos existentes en la zona es que son criados de manera extensiva y existe el problema de sobrepastoreo de tierras, lo cual genera un problema agudo entre los meses de abril a noviembre, meses en los cuales no se registran lluvias frecuentes y que es conocida como la Estación de las Heladas, lo cual trae como consecuencia que se pierdan grandes áreas en donde se ubican diferentes tipos de flora.

Haciendo un estudio mas detallado, se registran para el área de influencia del presente estudio 28 especies de fauna, entre aves, reptiles, anfibios y mamíferos, que al igual no necesariamente constituyen el conocimiento global de biodiversidad en el área, por cuanto la presencia de fauna está influenciada normalmente por la estacionalidad y/o frecuencia de observación.

A continuación se presenta una lista de especies que se observó con más frecuencia en la zona, por lo que constituye mayormente la fauna permanente.

TABLA 4.3.6.2 : FAUNA PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Gorrión americano	<i>Zonotrichia capensis</i>	Furnariidae
Pampero común	<i>Geositta cunicularia</i>	Furnariidae
Chiguanco	<i>Turdus chiguanco</i>	Mimidae
Huaco	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ardeidae
Pito	<i>Colaptes rupicola</i>	Picidae
Huallata	<i>Cholephaga melanoptera</i>	Anatidae
Yanavico	<i>Plegadis ridwayi</i>	Ciconiidae
Lique lique	<i>Vanellus resplendens</i>	Charadriidae
Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>	Charadriidae
Pisaca	<i>Notoprocta ornata</i>	Tinamidae
Jilguero negro	<i>Caduelis atrata</i>	Fringillidae
Tórtola cordillerana	<i>Metropellia melanoptera</i>	Columbidae
Picaflor cordillerano	<i>Oreotrochilus melanogaster</i>	Apodidae
Ratón de la Puna	<i>Phyllotis pictus</i>	Muridae
Zorro andino	<i>Dussicyon culpaeus</i>	Canidae
Vizcacha	<i>Lagidium peruanum</i>	
China linda	<i>Phalcobaemus albogularis</i>	Accipitridae
Sapo	<i>Bufo spinulosus</i>	Bufonidae

Fuente: EIA Relavera N° 6 de Mahr Túnel (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas)

4.4. AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

4.4.1. CENTROS POBLADOS PRÓXIMOS AL ÁREA DE ESTUDIO

El centro poblado mas cercano al río Rumichaca es la Comunidad Campesina de POMACCOCHA, la cual es dueña de los terrenos

adyacentes a la zona de estudio, el siguiente centro poblado más cercano, es el distrito de Yauli, el cual dista 2 Km del área de estudio.

Debido a la proximidad entre la Comunidad Campesina de Pomacocha y el Distrito de Yauli (Aproximadamente 2 Km), estos dos centros poblados se encuentran integrados, tal es así que los pobladores de Pomacocha, compran y venden sus productos en los mercados y ferias existentes en Yauli, así mismo, los hijos de los comuneros de Pomacocha asisten a las escuelas de Yauli.

Para efectos de estudio, se han considerado como un todo a ambas comunidades debido a que comparten las mismas costumbres y creencias.

TABLA 4.4.1 INFORMACIÓN SOBRE POBLACIÓN Y VIVIENDA

EMPLAZAMIENTO	POBLACIÓN	VIVIENDA
DISTRITO YAULI	7256	2392
1. CENTROS POBLADOS URBANOS	5995	1965
•YAULI (PUEBLO)	1541	524
•CAMPAMENTO MINERO	4454	1441
Carahuacra	932	375
2. CENTROS POBLADOS RURALES	1261	427
Pomacocha	154	61

Fuente: EIA Modificación de la Ampliación de la Planta Andaychagua (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas)

En Yauli (7410 hab), la población es predominantemente urbana con un 82,52% y el 17,38% restante es población rural (incluida la Comunidad Campesina de Pomacocha). La población masculina en ambos casos es levemente mayor que la femenina. Entre la población urbana, 51,36% son varones y 48,64% son mujeres, mientras que entre la población rural, 50,52% son varones y 49,48% son mujeres.

TABLA 4.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE YAULI Y LA COMUNIDAD DE POMACOCCHA

Población del distrito de Yauli		Nivel de educación*	
Población Total :	5995	Primaria	2610
Hombres :	3095	Secundaria	2266
Mujeres :	2900	Superior no universitaria	330
Población urbana:	4947	Superior universitaria	239
		Condición de alfabetismo	
		Saben leer y escribir	5465
		No saben leer y escribir	530
Idioma o dialecto*		Condición de actividad*	
Castellano	5986	Población económicamente	
Quechua	5	Población económicamente No	1079
Otras lenguas	4	Activa	
Población total por religión		PEA según sector de actividad	
Católica	--	Extracción	2676
Evangélica	--	Transformación	--
Otra religión	--	Servicios	289
		No especificado	655
		Buscando trabajo por 1ra. vez	--

*: Población mayor de 5 años

Fuente: PAMA UP Carahuacra (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas)

4.4.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

En el distrito de Yauli, así como en la Comunidad Campesina de Pomacocha, un 82,99% de la PEA de 15 y más años son varones, mientras 6,89% son mujeres. Se carece de información de la PEA mayor de cinco años. El sector de extracción es el más importante en Yauli con un 54,60% de participación de la PEA. Le sigue en importancia el sector de servicios con 20,73% y finalmente, el sector transformación con 6,89%. El 17,78% corresponde a la población desocupada que estaba buscando trabajo por primera vez y a aquellos que no especificaron sus respuestas.

La actividad más importante es la explotación minera y de canteras, en la que participa un 54,44% de la PEA de 15 y más años. La segunda actividad en importancia es la de transporte, almacenaje y

comunicaciones, en las que participa el 5,89% de la población. La proporción de personas que no especifica su respuesta es, como en el caso de los otros distritos de la provincia, bastante alta (13,34%).

4.4.3. PROPIEDAD DE LA TIERRA

En el distrito de Yauli, así como en la comunidad campesina de Pomacocha, de acuerdo con el Censo Agropecuario de 1994, hay 194 productores que manejan una extensión superficial de 37,405 ha. 190 de estos productores son personas naturales que manejan el 61% de la superficie agraria total del distrito (22,845 ha). Tres productores son comunidades campesinas, las que manejan el 30% (11,418 ha) y hay una Cooperativa Comunal que maneja 9% de la superficie total. La mayoría de personas naturales son grandes propietarios que cuentan con unidades agropecuarias de entre 50 a 1,000 ha. En menor proporción, los propietarios medianos cuentan con unidades agropecuarias entre 10 a 50 ha.

4.4.4. EDUCACIÓN

En Yauli y la Comunidad Campesina de Pomacocha, la proporción mayor corresponde a personas que han alcanzado un nivel de educación primario, conformando el 43,55% de la población de cinco años y más. Le siguen en importancia las personas con educación secundaria (37,80%), las personas que no tiene ningún nivel educación (6,19%) y finalmente, 5,5 1% y 4,0% son las proporciones que corresponden a los que consiguieron nivel superior no universitario y universitario respectivamente. El 2,95% corresponde a la población con educación inicial y a aquélla que no especificó sus respuestas.

El 95,07% de la población de cinco y más años en Yauli (6167 hab.) aprendió el idioma castellano en su niñez, el 4,93% aprendió quechua y únicamente cuatro personas aprendieron otras lenguas nativas.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. EXPOSICIÓN DE RESULTADOS

Conforme lo expuesto en el Capítulo II “Marco Teórico”, la metodología mediante la cual se determinó la ubicación de la Estación de Monitoreo que servirá como “blanco” para conocer la calidad de las aguas del río Rumichaca antes de verter el efluente proveniente de la relavera Rumichaca, es el “Método General 01”.

Como resultado de aplicar la metodología descrita, se determinó que la mejor ubicación de la Estación de Monitoreo a ser adicionada, presenta las siguientes características:

CUADRO N° 5.1, DATOS DE LA NUEVA ESTACIÓN DE MONITOREO MA 10, A SER UBICADA EN EL RÍO RUMICHACA, ANTES DEL VERTIMIENTO DE LA RELAVERA

UBICACIÓN	Río Rumichaca antes de operaciones
DESCRIPCIÓN	Río Rumichaca aguas arriba del vertimiento de la relavera Rumichaca
CÓDIGO DEL PUNTO DE CONTROL	MA - 10
COORDENADAS UTM	N: 8 706 748 / E: 379 388

Adicionalmente y cumpliendo con el Objetivo General del presente estudio así como el primer Objetivo Específico, se realizó un análisis comparativo de los valores registrados para las Estaciones de Monitoreo MA10 y MA09 ubicadas

aguas arriba del río Rumichaca y en el punto de vertimiento del efluente, respectivamente. A continuación se presentan los valores registrados entre los años 2002 y 2004:

CUADRO N° 5.2, VALORES OBTENIDOS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO MA 10, ANTES DEL VERTIMIENTO DE LA RELAVERA RUMICHACA

AÑOS	MESES	(m ³ /d)	pH(°)	mg/l						
		Q (°)		TSS	Pb	Cu	Zn	Fe	As	CN
2002	Enero	1093	8.32	22.60	0.08	0.04	0.05	0.07	0.050	0.005
	Febrero	1265	7.84	88.20	0.01	0.43	0.04	0.04	0.040	0.010
	Marzo	1497	7.40	24.90	0.06	0.03	0.06	0.03	0.020	0.005
	Abril	2507	7.50	26.00	0.17	0.06	0.02	0.04	0.020	0.005
	Mayo	2588	7.20	39.00	0.15	0.03	0.06	0.02	0.010	0.007
	Junio	3385	8.00	50.00	0.20	0.05	0.02	0.03	0.030	0.005
	Julio	4463	6.91	60.00	0.14	0.02	0.03	0.04	0.010	0.014
	Agosto	4463	7.71	33.70	0.12	0.04	0.04	1.30	0.050	0.005
	Setiembre	5479	8.69	53.20	0.08	0.05	0.18	0.50	0.050	0.008
	Octubre	7895	8.11	50.10	0.09	0.04	0.09	0.03	0.020	0.005
	Noviembre	14087	8.30	76.50	0.02	0.02	0.14	1.25	0.020	0.018
	Diciembre	15966	7.80	44.10	0.03	0.04	0.06	1.50	0.010	0.009
2003	Enero	4250.88	7.43	12.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.010	0.007
	Febrero	3898.37	8.44	2.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.028	0.005
	Marzo	4674.24	8.48	2.20	0.01	0.02	0.03	0.03	0.017	0.005
	Abril	3680.64	8.47	8.90	0.01	0.02	0.03	0.03	0.010	0.005
	Mayo	4933.44	8.43	2.60	0.01	0.02	0.03	0.02	0.012	0.005
	Junio	3317.76	8.35	2.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.010	0.005
	Julio	1434.24	8.70	2.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.010	0.005
	Agosto	2116.80	8.60	2.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.017	0.005
	Setiembre	3922.56	8.30	2.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.010	0.005
	Octubre	1944.00	8.63	7.70	0.01	0.02	0.03	0.01	0.013	0.005
	Noviembre	1600.99	8.44	2.00	0.01	0.02	0.04	0.02	0.019	0.005
	Diciembre	1900.80	8.34	2.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.011	0.005
2004	Enero	2617.92	8.45	2.50	0.01	0.02	0.03	0.03	0.011	0.005
	Febrero	35303.04	8.30	3.00	0.01	0.02	0.01	0.03	0.024	0.005
	Marzo	2911.68	8.19	15.40	0.01	0.02	0.04	0.03	0.012	0.005
	Abril	2367.36	7.59	4.60	0.01	0.02	0.03	0.03	0.009	0.005
	Mayo	24192.00	8.23	11.20	0.01	0.02	0.03	0.03	0.010	0.005
	Junio	24166.08	8.23	9.40	0.01	0.02	0.04	0.03	0.024	0.005
	Julio	1810.94	8.38	3.40	0.01	0.02	0.02	0.03	0.008	0.005
	Agosto	1707.26	8.26	2.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.010	0.005
	Setiembre	1569.02	8.77	2.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.019	0.005
	Octubre	2277.50	7.91	2.00	0.01	0.02	0.07	0.03	0.013	0.005
	Noviembre	2646.43	7.73	4.85	0.01	0.02	0.08	0.03	0.013	0.005
	Diciembre	2195.42	8.54	2.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.001	0.005
LMP										
Clase III Decreto Ley N° 17752			---	---	0.1	0.5	25	---	0.2	0.005

Fuente: Autogenerado basado en información proveniente del Ministerio de Energía y Minas, los metales están expresados en metales disueltos; el Cianuro es total (0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido).

CUADRO N° 5.3, VALORES OBTENIDOS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO MA 09, EFLUENTE PROVENIENTE DE LA RELAVERA RUMICHACA

AÑOS	MESES	(m ³ /d)	pH(*)	mg/l						
		Q(*)		TSS	Pb	Cu	Zn	Fe	As	CN
2002	Enero	1578	7.00	15.00	0.05	0.03	0.06	1.36	0.010	0.020
	Febrero	1985	7.30	15.00	0.03	0.03	0.09	1.13	0.010	0.020
	Marzo	2010	6.36	70.00	0.00	0.02	0.98	0.00	0.000	0.006
	Abril	2386	6.38	51.00	0.08	0.07	0.34	0.25	0.000	0.005
	Mayo	2437	5.51	14.00	0.10	0.03	0.31	0.32	0.030	0.021
	Junio	2614	5.60	1.00	0.03	0.03	0.11	0.30	0.010	0.020
	Julio	3166	6.80	54.80	0.10	0.03	0.51	17.50	0.000	0.005
	Agosto	3261	7.30	68.00	0.10	0.03	0.34	0.13	0.010	0.005
	Setiembre	3588	7.21	44.00	0.08	0.01	0.05	0.12	0.000	0.011
	Octubre	4018	7.82	33.80	0.01	0.02	0.05	0.03	0.010	0.005
	Noviembre	4025	7.81	33.00	0.02	0.02	0.23	0.03	0.010	0.005
	Diciembre	6767	7.81	3.80	0.01	0.02	0.23	0.03	0.010	0.005
2003	Enero	378.43	7.42	10.00	0.01	0.02	0.03	0.24	0.010	0.005
	Febrero	2325.02	8.05	5.00	0.01	0.02	0.03	0.23	0.010	0.005
	Marzo	15180.48	8.02	6.10	0.01	0.02	0.04	0.24	0.010	0.005
	Abril	19440.00	8.24	5.25	0.01	0.02	0.03	0.10	0.010	0.005
	Mayo	8121.60	8.10	6.70	0.01	0.02	0.03	0.17	0.010	0.005
	Junio	9167.04	7.98	2.55	0.01	0.02	0.03	0.16	0.010	0.005
	Julio	6998.40	8.20	3.40	0.01	0.02	0.03	0.30	0.010	0.005
	Agosto	6162.05	8.68	3.00	0.01	0.02	0.03	0.21	0.010	0.005
	Setiembre	11698.56	8.00	4.60	0.01	0.02	0.03	0.35	0.010	0.005
	Octubre	8046.43	8.73	30.80	0.01	0.02	0.03	0.19	0.010	0.005
	Noviembre	5700.67	7.83	2.70	0.01	0.02	0.03	0.38	0.010	0.005
	Diciembre	12467.52	7.52	2.45	0.01	0.02	0.03	0.63	0.004	0.013
2004	Enero	14178.24	7.92	8.30	0.01	0.02	0.27	0.03	0.006	0.005
	Febrero	23535.36	7.60	6.60	0.01	0.02	0.20	0.03	0.003	0.005
	Marzo	2453.76	7.52	91.00	0.01	0.02	0.20	0.03	0.001	0.006
	Abril	2859.84	6.97	3.40	0.01	0.02	0.25	0.03	0.001	0.005
	Mayo	4328.64	7.53	2.40	0.01	0.02	0.67	0.03	0.010	0.213
	Junio	4328.64	7.53	2.70	0.01	0.02	0.71	0.03	0.007	0.254
	Julio	5957.28	7.55	3.15	0.01	0.02	0.82	0.03	0.001	0.198
	Agosto	1462.75	7.60	2.29	0.01	0.02	0.58	0.03	0.010	0.137
	Setiembre	625.54	8.23	2.00	0.01	0.02	0.40	0.03	0.006	0.210
	Octubre	8795.52	7.35	2.64	0.01	0.02	0.44	0.03	0.002	0.138
	Noviembre	4027.97	7.56	4.00	0.01	0.02	0.45	0.03	0.007	0.011
	Diciembre	5318.78	7.91	2.30	0.01	0.02	0.55	0.03	0.001	0.088
LMP RD N° 011-96-EM/VMM			Mayor 5.5, menor 10.5	100	1	2	6	5	1	2

Fuente: Autogenerado basado en información proveniente del Ministerio de Energía y Minas, los metales están expresados en metales disueltos; el Cianuro es total (0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido).

Donde:

Q : Caudal
TSS : Total Sólidos Suspendidos
LMP : Límite Máximo Permisible

NOTAS:

- Todos Los valores están expresados en mg/l a excepción del pH, el cual se expresa como el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidroxilo (H^+). En relación a los metales, el análisis realizado es considerando metales disueltos
- CN: CIANURO TOTAL, equivalente a 0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido.
- Los parámetros marcados con (*) fueron analizados en el campo con instrumental propio de la empresa, por lo que son contabilizados como costos operativos.

Adicionalmente, con los valores obtenidos se han realizado gráficos comparativos entre cada parámetro registrado en ambas Estaciones de Monitoreo (MA09 y MA10), lo cual permite realizar una comparación detallada de su comportamiento. Los gráficos se presentan en el Anexo 1. A continuación se presenta la discusión de los gráficos con los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores registrados:

5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE MONITOREO OBTENIDOS

5.2.1 CAUDAL

Como se puede apreciar tanto en el cuadro que se presenta a continuación, así como en los gráficos del anexo 01, para enero a mayo de 2002, el caudal registrado en ambas estaciones de monitoreo presentan una tendencia muy similar; sin embargo para los meses de junio a setiembre, el caudal registrado en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta valores superiores a los registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca).

Para el caso de los caudales durante el 2003, en enero se registró una gran diferencia entre las estaciones MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) y MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); siendo esta última estación la que presentó el valor mayor; para el caso de febrero, la tendencia es la misma, sin embargo las diferencias entre los caudales registrados son menores.

De marzo a diciembre de 2003, hay una muy marcada diferencia entre las dos estaciones siendo el valor registrado para MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) muy irregular pero mucho mayor que para MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca); sin embargo, esta última mantiene su tendencia hasta diciembre, presentando un decrecimiento entre los meses de junio, julio y agosto.

Para el año 2004, se presenta una dispersión muy amplia de los valores registrados, así se tiene que para el mes de enero el valor de MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) está muy por encima de MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), la

misma que se invierte durante el mes de febrero; es decir la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta un valor muy superior a MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca).

Desde marzo a abril, los valores registrados en ambas estaciones son muy similares. De mayo a junio nuevamente se tienen grandes diferencias de caudal, la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta valores muy superiores a MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca); mientras que para el mes de julio se invierte la diferencia (el caudal de MA10 es menor al de la estación MA09).

Entre agosto y setiembre de 2004, los valores para ambas estaciones son muy próximos. Finalmente, entre los meses de Octubre y Diciembre, MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) tiene una tendencia similar en los valores registrados, sin embargo la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta valores muy irregulares pero superiores a MA10.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para los caudales de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑOS	MESES	Caudal Estación MA-09 efluente (m3/s)	Caudal Estación MA-10 rio (m3/s)
2002	ENERO	1578	1093
	FEBRERO	1985	1265
	MARZO	2010	1497
	ABRIL	2386	2507
	MAYO	2437	2588
	JUNIO	2614	3385
	JULIO	3166	4463
	AGOSTO	3261	4463
	SETIEMBRE	3588	5479
	OCTUBRE	4018	7895
	NOVIEMBRE	4025	14087
	DICIEMBRE	6767	15966
2003	ENERO	378.43	4250.88
	FEBRERO	2325.02	3898.37
	MARZO	15180.48	4674.24
	ABRIL	19440.00	3680.64
	MAYO	8121.60	4933.44
	JUNIO	9167.04	3317.76
	JULIO	6998.40	1434.24
	AGOSTO	6162.05	2116.80
	SETIEMBRE	11698.56	3922.56
	OCTUBRE	8046.43	1944.00
	NOVIEMBRE	5700.67	1600.99
	DICIEMBRE	12467.52	1900.80
2004	ENERO	14178.24	2617.92
	FEBRERO	23535.36	35303.04
	MARZO	2453.76	2911.68
	ABRIL	2859.84	2367.36
	MAYO	4328.64	24192.00
	JUNIO	4328.64	24166.08
	JULIO	5957.28	1810.94
	AGOSTO	1462.75	1707.26
	SETIEMBRE	625.54	1569.02
	OCTUBRE	8795.52	2277.50
	NOVIEMBRE	4027.97	2646.43
	DICIEMBRE	5318.78	2195.42
	LMP RD N° 011-96-EM/VMM	No aplica	
	LGA Clase III	No aplica	

5.2.2. pH

Entre enero y junio de 2002, la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta un pH mayor a la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca), mientras que el valor registrado para el mes de julio es casi similar. En lo que respecta a los meses de agosto a noviembre, se mantiene la tendencia de un mayor valor registrado en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); sin embargo los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) son mayores a los registrados entre enero y junio. En diciembre ambas estaciones presentan un valor muy similar.

En enero de 2003, el valor registrado en ambas estaciones es similar; sin embargo, de febrero a julio el valor de MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) es mayor al registrado en MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) aunque por muy poca diferencia.

Entre agosto y octubre, los valores de ambas estaciones son similares, mientras que de noviembre a diciembre nuevamente los valores registrados en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) son mayores a los registrados en MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca).

Para el año 2004 de enero a octubre si bien los valores registrados en ambas estaciones tienen una variación muy similar, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta los menores valores; mientras que para el mes de noviembre los valores registrados en ambas estaciones son casi similares, durante el mes de diciembre se vuelve a la tendencia registrado durante la mayor parte del año 2004.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para pH de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑOS	MESES	pH Estación MA-09 efluente (m3/s)	pH Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	7.00	8.32
	FEBRERO	7.30	7.84
	MARZO	6.36	7.40
	ABRIL	6.38	7.50
	MAYO	5.51	7.20
	JUNIO	5.60	8.00
	JULIO	6.80	6.91
	AGOSTO	7.30	7.71
	SETIEMBRE	7.21	8.69
	OCTUBRE	7.82	8.11
	NOVIEMBRE	7.81	8.30
	DICIEMBRE	7.81	7.80
2003	ENERO	7.42	7.43
	FEBRERO	8.05	8.44
	MARZO	8.02	8.48
	ABRIL	8.24	8.47
	MAYO	8.10	8.43
	JUNIO	7.98	8.35
	JULIO	8.20	8.70
	AGOSTO	8.68	8.60
	SETIEMBRE	8.00	8.30
	OCTUBRE	8.73	8.63
	NOVIEMBRE	7.83	8.44
	DICIEMBRE	7.52	8.34
2004	ENERO	7.92	8.45
	FEBRERO	7.60	8.30
	MARZO	7.52	8.19
	ABRIL	6.97	7.59
	MAYO	7.53	8.23
	JUNIO	7.53	8.23
	JULIO	7.55	8.38
	AGOSTO	7.60	8.26
	SETIEMBRE	8.23	8.77
	OCTUBRE	7.35	7.91
	NOVIEMBRE	7.56	7.73
	DICIEMBRE	7.91	8.54
	LMP RD N° 011-96-EM/VMM	Mayor 5.5, Menor 10.5	No aplica
	LGA Clase III	No aplica	

5.2.3. SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS (TSS)

Entre enero y diciembre de 2002 hay una diferencia muy marcada entre los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) y MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); sin embargo la diferencia numérica en todos los meses es casi constante, siendo MA10 la que presenta los mayores valores a excepción de los meses de marzo, abril y agosto en los que MA09 presenta los mayores valores

Para el año de 2003, en enero se registra un valor casi equivalente; sin embargo de febrero a setiembre, los valores registrados en ambas estaciones tienen la misma tendencia siendo MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) la estación que presenta los mayores valores a excepción de abril, mes en el que la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta el mayor valor.

El mes de octubre MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un valor mucho mayor a MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca). Durante los meses de noviembre y diciembre se presenta unos valores similares y muy bajos

De enero a febrero de 2004, la tendencia registrada en ambas estaciones es casi similar, sin embargo la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta los mayores valores. Para el mes de marzo se registró una gran diferencia entre ambas estaciones, siendo MA09 la que presentó el mayor valor.

Para el mes de abril ambos valores son casi similares. De mayo a junio, presentan similar tendencia, pero la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presentó los mayores valores.

Finalmente, de julio a diciembre ambas estaciones presentan valores similares y muy bajos.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para los TSS de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑOS	MESES	TSS Estación MA-09 efluente (m3/s)	TSS Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	15.00	22.60
	FEBRERO	15.00	88.20
	MARZO	70.00	24.90
	ABRIL	51.00	26.00
	MAYO	14.00	39.00
	JUNIO	1.00	50.00
	JULIO	54.80	60.00
	AGOSTO	68.00	33.70
	SETIEMBRE	44.00	53.20
	OCTUBRE	33.80	50.10
	NOVIEMBRE	33.00	76.50
	DICIEMBRE	3.80	44.10
2003	ENERO	10.00	12.00
	FEBRERO	5.00	2.00
	MARZO	6.10	2.20
	ABRIL	5.25	8.90
	MAYO	6.70	2.60
	JUNIO	2.55	2.00
	JULIO	3.40	2.00
	AGOSTO	3.00	2.00
	SETIEMBRE	4.60	2.00
	OCTUBRE	30.80	7.70
	NOVIEMBRE	2.70	2.00
	DICIEMBRE	2.45	2.00
2004	ENERO	8.30	2.50
	FEBRERO	6.60	3.00
	MARZO	91.00	15.40
	ABRIL	3.40	4.60
	MAYO	2.40	11.20
	JUNIO	2.70	9.40
	JULIO	3.15	3.40
	AGOSTO	2.29	2.00
	SETIEMBRE	2.00	2.00
	OCTUBRE	2.64	2.00
	NOVIEMBRE	4.00	4.85
	DICIEMBRE	2.30	2.00
	LMP RD N° 011-96-EM/VMM	100	No aplica
	LGA Clase III	No aplica	

5.2.4. PLOMO

El valor de plomo registrado para enero de 2002 en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), es el que presenta un mayor valor; mientras que en febrero la situación se invierte y es MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) la que presenta el mayor valor.

Para el caso de marzo se mantiene la misma tendencia que en enero; por otro lado para el mes de abril se denota una variación mucho mas significativa que en los meses anteriores, siendo MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), la que presenta el mayor valor. Así mismo, en mayo hay un decrecimiento del valor registrado en MA10 a comparación del mes de abril; sin embargo MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) aumenta ligeramente, manteniéndose aún una gran diferencia entre ambas estaciones.

Durante junio hay una gran variación de los valores registrados en ambas estaciones; para el caso de MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), el valor se incrementa nuevamente; mientras que la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca), presenta un decrecimiento muy significativo del valor registrado de plomo; de manera similar, en julio en junio.

En Agosto MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) mantiene su tendencia pero MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) disminuye el valor registrado en relación al mes anterior; en setiembre el panorama es muy diferente debido a que estaciones presentan un valor similar. Para el caso de octubre nuevamente el valor de MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca), disminuye significativamente, mientras que en

MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), aumenta sustancialmente el valor del plomo.

Finalmente, en noviembre ambas estaciones registran similar comportamiento; mientras que en diciembre el valor registrado en MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) es mayor al registrado en MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca).

Para los años 2003 y 2004, los valores registrados en ambas estaciones son iguales y muy bajos, a excepción de los meses de mayo de 2003, en donde el valor de MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) es mayor, mientras que en marzo de 2004, el valor registrado en MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) es el mayor; mientras que en diciembre de 2004 hay una variación mas significativa, siendo MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) la que presenta el mayor valor.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para el plomo de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑO	MESES	Pb Estación MA-09 efluente (m3/s)	Pb Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	15.00	22.60
	FEBRERO	15.00	88.20
	MARZO	70.00	24.90
	ABRIL	51.00	26.00
	MAYO	14.00	39.00
	JUNIO	1.00	50.00
	JULIO	54.80	60.00
	AGOSTO	68.00	33.70
	SETIEMBRE	44.00	53.20
	OCTUBRE	33.80	50.10
	NOVIEMBRE	33.00	76.50
	DICIEMBRE	3.80	44.10
2003	ENERO	10.00	12.00
	FEBRERO	5.00	2.00
	MARZO	6.10	2.20
	ABRIL	5.25	8.90
	MAYO	6.70	2.60
	JUNIO	2.55	2.00
	JULIO	3.40	2.00
	AGOSTO	3.00	2.00
	SETIEMBRE	4.60	2.00
	OCTUBRE	30.80	7.70
	NOVIEMBRE	2.70	2.00
	DICIEMBRE	2.45	2.00
2004	ENERO	8.30	2.50
	FEBRERO	6.60	3.00
	MARZO	91.00	15.40
	ABRIL	3.40	4.60
	MAYO	2.40	11.20
	JUNIO	2.70	9.40
	JULIO	3.15	3.40
	AGOSTO	2.29	2.00
	SETIEMBRE	2.00	2.00
	OCTUBRE	2.64	2.00
	NOVIEMBRE	4.00	4.85
	DICIEMBRE	2.30	2.00
	LMP RD N° 011-96- EM/VMM	1	No Aplica
	LGA Clase III	No Aplica	0.1

5.2.5. COBRE

Para el mes de enero de 2002, los valores registrados en ambas estaciones son similares; sin embargo, para el mes de febrero, hay una marcada diferencia; la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta un valor muy por encima del registrado en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca).

Para el mes de marzo hay una tendencia similar a la presentada en enero, mientras que para abril, la tendencia se mantiene pero ambos valores aumentan significativamente. De mayo a agosto, los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) mantienen una tendencia muy similar; mientras que para MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) los valores en agosto y octubre son similares, presentando un ligero descenso en el mes de setiembre.

Desde noviembre de 2002 hasta diciembre de 2004, los valores registrados en ambas estaciones presentan un comportamiento muy similar, a excepción de diciembre de 2002, en donde la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presentó un valor superior al registrado en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca)

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para el cobre de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑO	MESES	Cu Estación MA-09 efluente (m3/s)	Cu Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	0.03	0.04
	FEBRERO	0.03	0.43
	MARZO	0.02	0.03
	ABRIL	0.07	0.06
	MAYO	0.03	0.03
	JUNIO	0.03	0.05
	JULIO	0.03	0.02
	AGOSTO	0.03	0.04
	SETIEMBRE	0.01	0.05
	OCTUBRE	0.02	0.04
	NOVIEMBRE	0.02	0.02
	DICIEMBRE	0.02	0.04
2003	ENERO	0.02	0.02
	FEBRERO	0.02	0.02
	MARZO	0.02	0.02
	ABRIL	0.02	0.02
	MAYO	0.02	0.02
	JUNIO	0.02	0.02
	JULIO	0.02	0.02
	AGOSTO	0.02	0.02
	SETIEMBRE	0.02	0.02
	OCTUBRE	0.02	0.02
	NOVIEMBRE	0.02	0.02
	DICIEMBRE	0.02	0.02
2004	ENERO	0.02	0.02
	FEBRERO	0.02	0.02
	MARZO	0.02	0.02
	ABRIL	0.02	0.02
	MAYO	0.02	0.02
	JUNIO	0.02	0.02
	JULIO	0.02	0.02
	AGOSTO	0.02	0.02
	SETIEMBRE	0.02	0.02
	OCTUBRE	0.02	0.02
	NOVIEMBRE	0.02	0.02
	DICIEMBRE	0.02	0.02
	LMP RD N° 011-96-EM/VMM	2	No Aplica
	LGA Clase III	No Aplica	0.5

5.2.6. ZINC

En enero de 2002, los valores registrados en ambas estaciones son similares; mientras que de febrero a agosto, la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) mantiene un comportamiento casi similar de los valores registrados; para el caso de la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) en este mismo periodo, registra valores superiores a la otra estación sin embargo no hay un patrón de comportamiento en los diferentes valores registrados.

Para los meses de setiembre y octubre el comportamiento de los valores registrados en ambas estaciones se invierte; la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) es la que registra valores ligeramente altos en comparación con los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca), los cuales se mantienen constantes. En los meses de noviembre y diciembre se registro nuevamente una variación del comportamiento de los parámetros, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) es ahora la que registra valores altos e iguales, mientras que la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), continúa un patrón decreciente con los registrados en setiembre y octubre.

En enero de 2003, ambas estaciones registraron el mismo valor y la tendencia es similar en todo el año a excepción de los meses de marzo, en el que la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un valor ligeramente mayor a MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); mientras que en noviembre la estación MA10 es la que presenta el valor ligeramente mayor.

Para el caso del año 2004, todos los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) no siguen un patrón definido y son mucho mayores a los registrados en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), presentando esta última un comportamiento casi constante en todos los valores registrados

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para el zinc de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑO	MESES	Zn Estación MA-09 efluente (m3/s)	Zn Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	0.06	0.05
	FEBRERO	0.09	0.04
	MARZO	0.98	0.06
	ABRIL	0.34	0.02
	MAYO	0.31	0.06
	JUNIO	0.11	0.02
	JULIO	0.51	0.03
	AGOSTO	0.34	0.04
	SETIEMBRE	0.05	0.18
	OCTUBRE	0.05	0.09
	NOVIEMBRE	0.23	0.14
	DICIEMBRE	0.23	0.06
2003	ENERO	0.03	0.03
	FEBRERO	0.03	0.03
	MARZO	0.04	0.03
	ABRIL	0.03	0.03
	MAYO	0.03	0.03
	JUNIO	0.03	0.03
	JULIO	0.03	0.03
	AGOSTO	0.03	0.03
	SETIEMBRE	0.03	0.03
	OCTUBRE	0.03	0.03
	NOVIEMBRE	0.03	0.04
	DICIEMBRE	0.03	0.03
2004	ENERO	0.27	0.03
	FEBRERO	0.20	0.01
	MARZO	0.20	0.04
	ABRIL	0.25	0.03
	MAYO	0.67	0.03
	JUNIO	0.71	0.04
	JULIO	0.82	0.02
	AGOSTO	0.58	0.02
	SETIEMBRE	0.40	0.02
	OCTUBRE	0.44	0.07
	NOVIEMBRE	0.45	0.08
	DICIEMBRE	0.55	0.03
	LMP RD N° 011-96-EM/MM	6	No Aplica
	LGA Clase III	No Aplica	25

5.2.7. HIERRO

Para los meses de enero y febrero de 2002, los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) son superiores a los de la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); sin embargo se puede apreciar una ligera tendencia a la baja en los valores de la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca), la cual se pone en manifiesto entre los meses de marzo a junio en donde ambas estaciones presentan valores muy similares.

Para el caso del mes de julio, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un valor muy por encima al registrado en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); sin embargo, entre agosto y diciembre, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un comportamiento casi similar; sin embargo en este mismo periodo, la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta valores muy superiores pero sin seguir un patrón definido. Cabe señalar que esta tendencia cambia durante el mes de octubre, en el cual ambas estaciones presentan valores equivalentes.

Durante el año 2003, el comportamiento de las dos estaciones es casi igual, a excepción del mes de diciembre en donde la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presentó un valor ligeramente mayor al registrado en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca)

Para el año 2004, ambas estaciones presentan los mismos valores de hierro.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para el hierro de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑO	MESES	Fe Estación MA-09 efluente (m3/s)	Fe Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	1.36	0.07
	FEBRERO	1.13	0.04
	MARZO	0.00	0.03
	ABRIL	0.25	0.04
	MAYO	0.32	0.02
	JUNIO	0.30	0.03
	JULIO	17.50	0.04
	AGOSTO	0.13	1.30
	SETIEMBRE	0.12	0.50
	OCTUBRE	0.03	0.03
	NOVIEMBRE	0.03	1.25
	DICIEMBRE	0.03	1.50
2003	ENERO	0.24	0.06
	FEBRERO	0.23	0.03
	MARZO	0.24	0.03
	ABRIL	0.10	0.03
	MAYO	0.17	0.02
	JUNIO	0.16	0.02
	JULIO	0.30	0.01
	AGOSTO	0.21	0.01
	SETIEMBRE	0.35	0.01
	OCTUBRE	0.19	0.01
	NOVIEMBRE	0.38	0.02
	DICIEMBRE	0.63	0.02
2004	ENERO	0.03	0.03
	FEBRERO	0.03	0.03
	MARZO	0.03	0.03
	ABRIL	0.03	0.03
	MAYO	0.03	0.03
	JUNIO	0.03	0.03
	JULIO	0.03	0.03
	AGOSTO	0.03	0.03
	SETIEMBRE	0.03	0.03
	OCTUBRE	0.03	0.03
	NOVIEMBRE	0.03	0.03
	DICIEMBRE	0.03	0.03
	LMP RD N° 011-96- EM/VMM	5	No Aplica
	LGA Clase III	No Aplica	

5.2.8. ARSÉNICO

Para el mes de enero de 2002, los valores registrados difieren mucho en ambas estaciones; mientras que en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) el valor es muy alto, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un valor muy inferior; para el caso de febrero la estación MA09 mantiene su tendencia, mientras que MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) desciende ligeramente.

En los meses de marzo y abril, ambos valores han descendido sustancialmente, pero aún MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) sigue presentado el valor más alto. Durante el mes de mayo, la tendencia se invirtió, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) es la que presenta el valor más alto; mientras que MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) continúa con una tendencia descendente. En junio la tendencia se invierte nuevamente; MA10 es la que presenta el valor más alto, mientras que MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) regresa nuevamente a una tendencia descendente.

En julio los valores registrados en ambas estaciones bajan nuevamente, sin embargo MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) sigue teniendo el valor más alto. Para el mes de agosto, se repite el mismo esquema que en enero, mientras que para setiembre, hay una variación completamente distinta, el valor registrado en la estación MA10 se incrementa muy significativamente, mientras que el valor registrado en MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) desciende considerablemente.

Los meses de octubre y noviembre MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta una tendencia igual a la registrada en los meses

de enero y febrero, mientras que MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) mantiene una tendencia similar a setiembre.

En el mes de diciembre MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) mantiene su misma tendencia mientras que el valor de MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) coincide con la primera.

Desde enero a noviembre de 2003, los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) mantienen un valor casi constante; mientras que los valores registrados en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), presenta valores que no siguen un patrón definido que a la vez son mayores a los registrados en la otra estación; a excepción de los meses de enero, abril, junio julio y setiembre en donde ambas estaciones presentan valores equivalentes.

Para el mes de diciembre, la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta un valor mayor al registrado en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca).

Entre enero y marzo de 2004, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un comportamiento descendente, mientras que los valores registrados en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), presenta valores superiores sin un patrón definido. Para el mes de abril, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca), presenta un valor equivalente al mes de marzo; mientras que el valor de la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta un ligero descenso.

En el mes de mayo, ambas estaciones presentan un valor equivalente, por otro lado, el mes de junio y julio, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta nuevamente una tendencia descendente, así como MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); sin embargo los valores registrados en esta última son superiores.

Para el mes de agosto, se repite el mismo patrón que en mayo en ambas estaciones; durante setiembre y octubre, ambas estaciones tienen similar comportamiento que en los meses de junio y julio, pero los valores registrados en MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) están muy por debajo.

Finalmente, en noviembre MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) presenta un valor superior a MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) y en diciembre ambas presenta un valor equivalente

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para el arsénico de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑO	MESES	As Estación MA-09 efluente (m3/s)	As Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	0.010	0.050
	FEBRERO	0.010	0.040
	MARZO	0.000	0.020
	ABRIL	0.000	0.020
	MAYO	0.030	0.010
	JUNIO	0.010	0.030
	JULIO	0.000	0.010
	AGOSTO	0.010	0.050
	SETIEMBRE	0.000	0.050
	OCTUBRE	0.010	0.020
	NOVIEMBRE	0.010	0.020
	DICIEMBRE	0.010	0.010
2003	ENERO	0.010	0.010
	FEBRERO	0.010	0.028
	MARZO	0.010	0.017
	ABRIL	0.010	0.010
	MAYO	0.010	0.012
	JUNIO	0.010	0.010
	JULIO	0.010	0.010
	AGOSTO	0.010	0.017
	SETIEMBRE	0.010	0.010
	OCTUBRE	0.010	0.013
	NOVIEMBRE	0.010	0.019
	DICIEMBRE	0.004	0.011
2004	ENERO	0.006	0.011
	FEBRERO	0.003	0.024
	MARZO	0.001	0.012
	ABRIL	0.001	0.009
	MAYO	0.010	0.010
	JUNIO	0.007	0.024
	JULIO	0.001	0.008
	AGOSTO	0.010	0.010
	SETIEMBRE	0.006	0.019
	OCTUBRE	0.002	0.013
	NOVIEMBRE	0.007	0.013
	DICIEMBRE	0.001	0.001
	LMP RD N° 011-96- EM/VMM	1	No Aplica
	LGA Clase III	No Aplica	0.2

5.2.9. CIANURO

Durante enero y febrero de 2002, los valores registrados en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) son mayores a los registrados en MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca); sin embargo en la primera se aprecia claramente una tendencia descendente, la cual se hace mas obvia entre los meses de marzo y abril en donde llega a su punto mas bajo y dichos valores son casi equivalentes con los de la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca).

Entre mayo y junio, se recupera la misma tendencia que al inicio de año en ambas estaciones; mientras que para el mes de julio la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta un valor inferior al registrado en MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca). Para los meses entre agosto y octubre, ambas estaciones presentan un comportamiento similar.

Para el caso de noviembre y diciembre, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) mantiene su tendencia de los meses anteriores, mientras que la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca), presenta valores ligeramente altos en relación a la primera.

Para el año 2003, la tendencia en ambas estaciones de monitoreo es similar, a excepción del mes de diciembre, en donde el valor registrado para la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) es un poco mayor al registrado en la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca).

En lo relacionado al año 2004, de enero a abril, ambas estaciones presentan valores similares; sin embargo de mayo a octubre, los valores

registrados difieren considerablemente; mientras que la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) mantiene casi constante todos los valores registrados, la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) presenta valores muy superiores los cuales no tienen un patrón determinado.

Finalmente, en el mes de noviembre, se registra un valor similar en ambas estaciones; mientras que para el mes de diciembre el valor registrado en la estación MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca) es mucho mayor al de la estación MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) el mismo que se ha mantenido casi constante durante todo el año.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los valores registrados para el cianuro de las estaciones MA10 (Aguas provenientes del río Rumichaca) y MA09 (Aguas provenientes del depósito de relaves de Rumichaca):

AÑO	MESES	CN Estación MA-09 efluente (m3/s)	CN Estación MA-10 río (m3/s)
2002	ENERO	0.020	0.005
	FEBRERO	0.020	0.010
	MARZO	0.006	0.005
	ABRIL	0.005	0.005
	MAYO	0.021	0.007
	JUNIO	0.020	0.005
	JULIO	0.005	0.014
	AGOSTO	0.005	0.005
	SETIEMBRE	0.011	0.008
	OCTUBRE	0.005	0.005
	NOVIEMBRE	0.005	0.018
	DICIEMBRE	0.005	0.009
2003	ENERO	0.005	0.007
	FEBRERO	0.005	0.005
	MARZO	0.005	0.005
	ABRIL	0.005	0.005
	MAYO	0.005	0.005
	JUNIO	0.005	0.005
	JULIO	0.005	0.005
	AGOSTO	0.005	0.005
	SETIEMBRE	0.005	0.005
	OCTUBRE	0.005	0.005
	NOVIEMBRE	0.005	0.005
	DICIEMBRE	0.013	0.005
2004	ENERO	0.005	0.005
	FEBRERO	0.005	0.005
	MARZO	0.006	0.005
	ABRIL	0.005	0.005
	MAYO	0.213	0.005
	JUNIO	0.254	0.005
	JULIO	0.198	0.005
	AGOSTO	0.137	0.005
	SETIEMBRE	0.210	0.005
	OCTUBRE	0.138	0.005
	NOVIEMBRE	0.011	0.005
	DICIEMBRE	0.088	0.005
	LMP RD N° 011-96- EM/VMM	2	No Aplica
	LGA Clase III	No Aplica	0.005

Cianuro Total (0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido).

5.3. DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO RUMICHACA LUEGO DEL VERTIMIENTO INDUSTRIAL EN LAS POBLACIONES ALEDAÑAS

Como se puede apreciar en la interpretación de resultados hecha en el punto 5.2, los indicadores de la calidad del efluente industrial de la relavera Rumichaca cumplen con lo expuesto en la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM en todos los casos. Para el caso del cuerpo receptor, este también cumple con lo expuesto en la Clase III de la Ley General de Aguas por lo que no se alteran significativamente la calidad de las aguas del río Rumichaca.

Así mismo, los resultados de los monitoreos realizados en las aguas del río Rumichaca, revelan altas concentraciones de indicadores tales como pH, TSS, Pb, Fe y CN, lo cual hace que esta agua no sea apta para el consumo de persona y/o animales.

Adicionalmente, es necesario señalar que los centros poblados aledaños cuentan con agua potable proviene de manantiales, como resultado de convenios firmados entre la empresa y las comunidades, por lo que en caso de reportarse una variación significativa en la calidad del agua del río Rumichaca, las comunidades aledañas no se verían afectadas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. El presente estudio, tomando como base lo expuesto en las diversas normativas y Guías Ambientales publicadas por el Ministerio de Energía y Minas (MEM), ha permitido exponer dos metodologías cuyo objetivo es adicionar desde una Estación de Monitoreo a un Programa ya existente, hasta la instauración de un Programa Integral de Monitoreo de Efluentes Líquidos. Cabe señalar que las metodologías han sido expuestas de manera muy general, lo cual permite su aplicabilidad en otros sectores y no específicamente en Energía y Minas.
2. De las dos metodologías propuestas durante el presente estudio para la ubicación de una estación de monitoreo, se consideró la implementación y puesta en marcha del "Método General 01"; el cual permitió de manera práctica y concreta determinar cual era la ubicación mas adecuada para la nueva estación de monitoreo aguas arriba del vertimiento proveniente de la relavera Rumichaca, considerando diversos factores tales como accesibilidad, representatividad de los valores, entre otros.
3. Se verifica que es muy importante contar con una Estación de Monitoreo que sirva como blanco para determinar la calidad de las aguas de un cuerpo receptor, en este caso el Río Rumichaca, porque permite registrar los valores de los parámetros con los que ingresan las aguas a las operaciones de la Unidad de Producción Carahuacra y así prevenir posibles conflictos con los centros poblados aledaños.
4. Como parte del desarrollo del presente estudio, se procesaron estadísticamente los datos provenientes de las estaciones MA09 (Vertimiento relavera Rumichaca) y MA10 (Aguas arriba del vertimiento), con el fin de obtener ecuaciones de regresión que permitan predecir el comportamiento tanto del río

así como del vertimiento proveniente de la relavera, sin embargo debido a que los datos presentan un alto grado de dispersión, no se logró obtener ecuaciones representativas en dichas estaciones de monitoreo.

5. Las muestras para los monitoreos efectuados entre los años 2002 y 2004 fueron procesadas en tres laboratorios distintos. Considerando que los laboratorios no necesariamente utilizan los mismos estándares y procedimientos, es muy probable que el hecho de no haber analizado las muestras en un único laboratorio haya generado un grado de dispersión muy alto, lo cual generó el problema con el procesamiento estadístico expuesto en el punto anterior.
6. De la comparación entre los parámetros registrados aguas arriba del vertimiento proveniente de la relavera Rumichaca, con los valores registrados en dicho vertimiento, se puede concluir que los efluentes no afectan de manera significativa el estado basal de las aguas naturales, como se puede apreciar en los cuadros presentados en el ITEM 5.1 "Exposición de Resultados", capítulo V "Resultados", los cuales se presentan nuevamente a continuación:

CUADRO N° 5.2, VALORES OBTENIDOS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO MA 10, ANTES DEL VERTIMIENTO DE LA RELAVERA RUMICHACA

AÑOS	MESES	(m3/d) Q (*)	pH(*)	mg/l						
				TSS	Pb	Cu	Zn	Fe	As	CN
2002	Enero	1093	8.32	22.60	0.08	0.04	0.05	0.07	0.050	0.005
	Febrero	1265	7.84	88.20	0.01	0.43	0.04	0.04	0.040	0.010
	Marzo	1497	7.40	24.90	0.06	0.03	0.06	0.03	0.020	0.005
	Abril	2507	7.50	26.00	0.17	0.06	0.02	0.04	0.020	0.005
	Mayo	2588	7.20	39.00	0.15	0.03	0.06	0.02	0.010	0.007
	Junio	3385	8.00	50.00	0.20	0.05	0.02	0.03	0.030	0.005
	Julio	4463	6.91	60.00	0.14	0.02	0.03	0.04	0.010	0.014
	Agosto	4463	7.71	33.70	0.12	0.04	0.04	1.30	0.050	0.005
	Setiembre	5479	8.69	53.20	0.08	0.05	0.18	0.50	0.050	0.008
	Octubre	7895	8.11	50.10	0.09	0.04	0.09	0.03	0.020	0.005
	Noviembre	14087	8.30	76.50	0.02	0.02	0.14	1.25	0.020	0.018
	Diciembre	15966	7.80	44.10	0.03	0.04	0.06	1.50	0.010	0.009
2003	Enero	4250.88	7.43	12.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.010	0.007
	Febrero	3898.37	8.44	2.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.028	0.005
	Marzo	4674.24	8.48	2.20	0.01	0.02	0.03	0.03	0.017	0.005
	Abril	3680.64	8.47	8.90	0.01	0.02	0.03	0.03	0.010	0.005
	Mayo	4933.44	8.43	2.60	0.01	0.02	0.03	0.02	0.012	0.005
	Junio	3317.76	8.35	2.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.010	0.005
	Julio	1434.24	8.70	2.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.010	0.005
	Agosto	2116.80	8.60	2.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.017	0.005
	Setiembre	3922.56	8.30	2.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.010	0.005
	Octubre	1944.00	8.63	7.70	0.01	0.02	0.03	0.01	0.013	0.005
	Noviembre	1600.99	8.44	2.00	0.01	0.02	0.04	0.02	0.019	0.005
	Diciembre	1900.80	8.34	2.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.011	0.005
2004	Enero	2617.92	8.45	2.50	0.01	0.02	0.03	0.03	0.011	0.005
	Febrero	35303.04	8.30	3.00	0.01	0.02	0.01	0.03	0.024	0.005
	Marzo	2911.68	8.19	15.40	0.01	0.02	0.04	0.03	0.012	0.005
	Abril	2367.36	7.59	4.60	0.01	0.02	0.03	0.03	0.009	0.005
	Mayo	24192.00	8.23	11.20	0.01	0.02	0.03	0.03	0.010	0.005
	Junio	24166.08	8.23	9.40	0.01	0.02	0.04	0.03	0.024	0.005
	Julio	1810.94	8.38	3.40	0.01	0.02	0.02	0.03	0.008	0.005
	Agosto	1707.26	8.26	2.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.010	0.005
	Setiembre	1569.02	8.77	2.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.019	0.005
	Octubre	2277.50	7.91	2.00	0.01	0.02	0.07	0.03	0.013	0.005
	Noviembre	2646.43	7.73	4.85	0.01	0.02	0.08	0.03	0.013	0.005
	Diciembre	2195.42	8.54	2.00	0.02	0.02	0.03	0.03	0.001	0.005
LMP					0.1	0.5	25		0.2	0.005
Clase III Decreto Ley N° 17752										

Fuente: Autogenerado basado en información proveniente del Ministerio de Energía y Minas, los metales están expresados en metales disueltos; el Cianuro es total (0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido).

CUADRO N° 5.3, VALORES OBTENIDOS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO MA 09, EFLUENTE PROVENIENTE DE LA RELAVERA RUMICHACA

AÑOS	MESES	(m3/d) Q (*)	pH(*)	mg/l						
				TSS	Pb	Cu	Zn	Fe	As	CN
2002	Enero	1578	7.00	15.00	0.05	0.03	0.06	1.36	0.010	0.020
	Febrero	1985	7.30	15.00	0.03	0.03	0.09	1.13	0.010	0.020
	Marzo	2010	6.36	70.00	0.00	0.02	0.98	0.00	0.000	0.006
	Abril	2386	6.38	51.00	0.08	0.07	0.34	0.25	0.000	0.005
	Mayo	2437	5.51	14.00	0.10	0.03	0.31	0.32	0.030	0.021
	Junio	2614	5.60	1.00	0.03	0.03	0.11	0.30	0.010	0.020
	Julio	3166	6.80	54.80	0.10	0.03	0.51	17.50	0.000	0.005
	Agosto	3261	7.30	68.00	0.10	0.03	0.34	0.13	0.010	0.005
	Setiembre	3588	7.21	44.00	0.08	0.01	0.05	0.12	0.000	0.011
	Octubre	4018	7.82	33.80	0.01	0.02	0.05	0.03	0.010	0.005
	Noviembre	4025	7.81	33.00	0.02	0.02	0.23	0.03	0.010	0.005
	Diciembre	6767	7.81	3.80	0.01	0.02	0.23	0.03	0.010	0.005
2003	Enero	378.43	7.42	10.00	0.01	0.02	0.03	0.24	0.010	0.005
	Febrero	2325.02	8.05	5.00	0.01	0.02	0.03	0.23	0.010	0.005
	Marzo	15180.48	8.02	6.10	0.01	0.02	0.04	0.24	0.010	0.005
	Abril	19440.00	8.24	5.25	0.01	0.02	0.03	0.10	0.010	0.005
	Mayo	8121.60	8.10	6.70	0.01	0.02	0.03	0.17	0.010	0.005
	Junio	9167.04	7.98	2.55	0.01	0.02	0.03	0.16	0.010	0.005
	Julio	6998.40	8.20	3.40	0.01	0.02	0.03	0.30	0.010	0.005
	Agosto	6162.05	8.68	3.00	0.01	0.02	0.03	0.21	0.010	0.005
	Setiembre	11698.56	8.00	4.60	0.01	0.02	0.03	0.35	0.010	0.005
	Octubre	8046.43	8.73	30.80	0.01	0.02	0.03	0.19	0.010	0.005
	Noviembre	5700.67	7.83	2.70	0.01	0.02	0.03	0.38	0.010	0.005
	Diciembre	12467.52	7.52	2.45	0.01	0.02	0.03	0.63	0.004	0.013
2004	Enero	14178.24	7.92	8.30	0.01	0.02	0.27	0.03	0.006	0.005
	Febrero	23535.36	7.60	6.60	0.01	0.02	0.20	0.03	0.003	0.005
	Marzo	2453.76	7.52	91.00	0.01	0.02	0.20	0.03	0.001	0.006
	Abril	2859.84	6.97	3.40	0.01	0.02	0.25	0.03	0.001	0.005
	Mayo	4328.64	7.53	2.40	0.01	0.02	0.67	0.03	0.010	0.213
	Junio	4328.64	7.53	2.70	0.01	0.02	0.71	0.03	0.007	0.254
	Julio	5957.28	7.55	3.15	0.01	0.02	0.82	0.03	0.001	0.198
	Agosto	1462.75	7.60	2.29	0.01	0.02	0.58	0.03	0.010	0.137
	Setiembre	625.54	8.23	2.00	0.01	0.02	0.40	0.03	0.006	0.210
	Octubre	8795.52	7.35	2.64	0.01	0.02	0.44	0.03	0.002	0.138
	Noviembre	4027.97	7.56	4.00	0.01	0.02	0.45	0.03	0.007	0.011
	Diciembre	5318.78	7.91	2.30	0.01	0.02	0.55	0.03	0.001	0.088
LMP RD N° 011-96-EM/VMM			Mayor 5.5, menor 10.5	100	1	2	6	5	1	2

Fuente: Autogenerado basado en información proveniente del Ministerio de Energía y Minas, los metales están expresados en metales disueltos; el Cianuro es total (0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido).

Donde:

Q : Caudal

TSS : Total Sólidos Suspendidos

LMP : Límite Máximo Permisible

7. Todos los valores del vertimiento proveniente de la relavera Rumichaca a excepción del hierro para el mes de julio de 2002, , se encuentran por debajo de lo especificado en la RM N° 011-96-EM/VMM, a pesar que durante algunos meses en ambas estaciones de monitoreo se registran caudales similares. Así mismo se ha estimado los valores aguas debajo de las estaciones MA09 y MA10 en función a los resultados obtenidos. A continuación se presenta un cuadro resumen con los valores:

CUADRO N° 6.1 "ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS AGUAS ABAJO DE LAS ESTACIONES MA09 Y MA10"

AÑOS	MESES	(m3/d)	pH(*)	mg/l						
		Q (*)		TSS	Pb	Cu	Zn	Fe	As	CN
2002	Enero	2671	7.54	18.11	0.06	0.03	0.06	0.83	0.026	0.014
	Febrero	3250	7.51	43.48	0.02	0.19	0.07	0.71	0.022	0.016
	Marzo	3507	6.80	50.75	0.03	0.02	0.59	0.01	0.009	0.006
	Abril	4893	6.95	38.19	0.13	0.06	0.18	0.14	0.010	0.005
	Mayo	5025	6.38	26.88	0.13	0.03	0.18	0.17	0.020	0.014
	Junio	5999	6.95	28.65	0.13	0.04	0.06	0.15	0.021	0.012
	Julio	7628	6.86	57.84	0.12	0.02	0.23	7.29	0.006	0.010
	Agosto	7724	7.54	48.18	0.11	0.04	0.17	0.81	0.033	0.005
	Setiembre	9067	8.10	49.56	0.08	0.03	0.13	0.35	0.030	0.009
	Octubre	11913	8.01	44.60	0.06	0.03	0.08	0.03	0.017	0.005
	Noviembre	18112	8.19	66.83	0.02	0.02	0.16	0.98	0.018	0.015
	Diciembre	22733	7.80	32.10	0.02	0.03	0.11	1.06	0.010	0.008
2003	Enero	4629.31	7.43	11.84	0.01	0.02	0.03	0.07	0.010	0.007
	Febrero	6223.39	8.29	3.12	0.01	0.02	0.03	0.11	0.021	0.005
	Marzo	19854.72	8.13	5.18	0.01	0.02	0.04	0.19	0.012	0.005
	Abril	23120.64	8.28	5.83	0.01	0.02	0.03	0.08	0.010	0.005
	Mayo	13055.04	8.22	5.15	0.01	0.02	0.03	0.11	0.011	0.005
	Junio	12484.80	8.08	2.40	0.01	0.02	0.03	0.12	0.010	0.005
	Julio	8432.64	8.29	3.16	0.01	0.02	0.03	0.25	0.010	0.005
	Agosto	8278.85	8.66	2.74	0.01	0.02	0.03	0.16	0.012	0.005
	Setiembre	15621.12	8.08	3.95	0.01	0.02	0.03	0.26	0.010	0.005
	Octubre	9990.43	8.71	26.31	0.01	0.02	0.03	0.15	0.011	0.005
	Noviembre	7301.66	7.96	2.55	0.01	0.02	0.03	0.30	0.012	0.005
	Diciembre	14368.32	7.63	2.39	0.01	0.02	0.03	0.54	0.005	0.012
2004	Enero	16796.16	8.00	7.40	0.01	0.02	0.23	0.03	0.007	0.005
	Febrero	58838.40	8.02	4.44	0.01	0.02	0.09	0.03	0.016	0.005
	Marzo	5365.44	7.88	49.97	0.01	0.02	0.11	0.03	0.007	0.005
	Abril	5227.20	7.25	3.94	0.01	0.02	0.15	0.03	0.005	0.005
	Mayo	28520.64	8.12	9.86	0.01	0.02	0.12	0.03	0.010	0.037
	Junio	28494.72	8.12	8.38	0.01	0.02	0.14	0.03	0.021	0.043
	Julio	7768.22	7.74	3.21	0.01	0.02	0.63	0.03	0.003	0.153
	Agosto	3170.02	7.96	2.13	0.01	0.02	0.28	0.03	0.010	0.066
	Setiembre	2194.56	8.62	2.00	0.01	0.02	0.13	0.03	0.015	0.063
	Octubre	11073.02	7.47	2.51	0.01	0.02	0.36	0.03	0.004	0.111
	Noviembre	6674.40	7.63	4.34	0.01	0.02	0.30	0.03	0.009	0.009
	Diciembre	7514.21	8.09	2.21	0.01	0.02	0.40	0.03	0.001	0.064
LMP Clase III Decreto Ley N° 17752			---	---	0.1	0.5	25	---	0.2	0.005

Fuente: Autogenerado basado en información proveniente del Ministerio de Energía y Minas, los metales están expresados en metales disueltos; el Cianuro es total (0.1 mg/l de Cianuro Libre y 0.2 mg/l de cianuro fácilmente disociable en ácido).

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. De ser necesaria la adición de una Estación de Monitoreo en un programa ya existente o implementar de manera integral un Programa de Monitoreo de Efluentes Líquidos, se sugiere seguir una de las metodologías expuestas en el presente estudio debido a que contemplan métodos sencillos basados en criterios Técnico – Ambientales recomendados por el MEM y que pueden ser fácilmente adecuados para su aplicación en otros sectores.
2. Lograr que la presente metodología se convierta en un modelo replicable para ser empleado en todos aquellos proyectos relacionados con el monitoreo de efluentes líquidos industriales.
3. La implementación o mejora de un Programa de Monitoreo de Efluentes Líquidos, no debe realizarse con la sola intención de que cumpla con la normativa correspondiente, sino considerando otros aspectos mas importantes, tales como “el criterio del buen vecino”, el cual consiste en llevar una buena relación con las comunidades y/o centros poblados próximos al área de estudio, para lo cual es necesario un buen diseño del Plan de Monitoreo de Efluentes Líquidos, preservar y conservar el ambiente a ser afectado como consecuencia de las actividades del proyecto, mitigando y/o minimizando al máximo los impactos que este pueda generar.
4. Demostrar con hechos que el costo de implementar una nueva estación de monitoreo es mínimo en relación a los costos que tendrían que ser asumidos por concepto de pagos de indemnizaciones y/o multas por impactos negativos al ambiente físico, químico, biológico, cultural y socioeconómico del entorno y de los centros poblados de las áreas aledañas, como consecuencia de impactos

no previstos durante el período de construcción, operación y cierre del proyecto, como consecuencia únicamente de vertimientos líquidos industriales.

5. Realizar estudios adicionales con el fin de elaborar modelos predictivos de tal manera que permitan determinar el grado de afectación estimado a futuro en una determinada época del año o durante un fenómeno cíclico como lo es el Fenómeno "El Niño" con el objeto de tomar las previsiones del caso.
6. Para verificar que la calidad del agua proveniente de la relavera Rumichaca no afecta significativamente las aguas del río Rumichaca, y adicionalmente contar con una estación de control antes de la confluencia con el río Pomacocha, se recomienda colocar una estación de monitoreos en el río Rumichaca aguas abajo del vertimiento proveniente de la relavera.
7. Realizar periódicamente análisis por Ley General de Aguas (Ley 17752), para confirmar los resultados obtenidos en los monitoreos por RM 011-96-EM/VMM.
8. Sería conveniente implementar un Plan de Contingencia en caso de exceder los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 011-96-EM/VMM, con el objeto de plantear métodos de mitigación específicos para remediar dicho impacto negativo.
9. Existen convenios entre la empresa minera y las comunidades aledañas entre los cuales destacan aquellos para proveer a estas últimas de agua potable y servicio de desagüe. Sin embargo, sería recomendable hacer más difusión de este tipo de acciones sociales con las comunidades, a fin de demostrar el interés de la empresa por el bienestar de sus vecinos.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barbieri "Evaluación De Mercurio Total En Peces, Agua Y Sedimento En La Cuenca Del Río Malinowsky, Departamento De Madre De Dios, Causada Por La Minería Aurífera Aluvial.", UNALM – Ing. Química, 2004
2. Bazan, Estremadoyro, Flores y Urbina "Sistema De Información Referencial Para El Monitoreo De Los Efluentes Residuales Líquidos De La Industria Procesadora De Harina De Pescado En El Litoral Peruano.", UNALM – Ing. Pesquera e Ing. Sistemas, 1997
3. Córdova, "Estudio De Calidad De Agua De Efluentes Líquidos En Minas Auríferas", UNAC – Ing. Química, 1995
4. Coronado y Reynoso, "Sistema De Gestión Ambiental ISO 14001 En La U.E.A. Oncopampa, Cia. De Minas Buenaventura S.A.A.", UNMSM – Ms. En Ciencias Ambientales, (2003 y 2004, respectivamente)
5. Del Castillo, "Control de Calidad de Aguas y Efluentes Líquidos Minero Metalúrgicos de la Compañía Minera Caylloma.", UNFV – Ing. Geográfica y Ambiental, 2003.
6. Edery, "Control De Efluentes Para El Mejoramiento De Aguas Residuales En El Sistema De Alcantarillado De La Ciudad De Lima Metropolitana.", UNMSM – Ing. Química, 1995
7. EIA Modificación de la Ampliación de la Planta Andaychagua (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas).

8. EIA Relavera N° 6 de Mahr Túnel (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas).
9. Fernandez "Evaluación de la Calidad de Aguas de mina, mina San Cristóbal – Carahuacra. C.I.A. Minera Volcan UEA Yauli , Dep. Junin.", UNFV – Ing. Geográfica y Ambiental, 2005
10. MINISTERIO DE AGRICULTURA Decreto Ley 17752, "Ley General de Aguas" y sus modificaciones, publicado por el diario oficial El Peruano, en 1969.
11. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, "Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales", Publicado por el diario Oficial El Peruano, el 08 de setiembre de 1990.
12. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, "Guía Ambiental para Vegetación de Áreas Disturbadas por la Industria Minero Metalúrgica", editorial del Ministerio de Energía y Minas, 1997.
13. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, "Guía de Monitoreo de agua para la actividad minero metalúrgica", editorial del Ministerio de Energía y Minas, 1997.
14. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, "Guía para elaborar Estudios de Impacto Ambiental", editorial del Ministerio de Energía y Minas, 1997.
15. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, "Guía para Elaborar Programas de Adecuación y Manejo Ambiental", editorial del Ministerio de Energía y Minas, 1997.
16. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Decreto Legislativo N° 613, Publicado por el diario oficial el Peruano, el 08 de setiembre de 1990.

17. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Decreto Supremo N° 011-96-EM/VMM, "Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Efluentes Líquidos para las Actividades Minero – Metalúrgicas", publicado por el diario oficial El Peruano, el 13 de enero de 1996.
18. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Decreto Supremo N° 016-93-EM, "Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas", Publicado por el diario oficial El Peruano, el 01 de mayo de 1993.
19. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Resolución Directoral N° 440-96-EM/DGM, referida a la Evaluación de Depósitos de Relave, publicado por el diario oficial El Peruano, el 6 de diciembre de 1996.
20. MUÑIZ, FORSYTH, RAMÍREZ, PEREZ – TRIMAN Y LUNA – VICTORIA, "Manual Sobre Legislación Minera en el Perú", Editora Amauta, 1999.
21. Página WEB de elementos Químicos www.webelements.com, y www.lenntech.com/espanol/tabla-periodica.
22. Página WEB del Ministerio de Energía y Minas (www.minem.gob.pe)
23. PAMA UP Carahuacra (Biblioteca de Documentos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas).
24. PATRONATO DE PLATA DEL PERÚ, "Plata y Plateros del Perú", Editora Universal, 1997.
25. Quispe, "Calidad del Agua de la Rios, Aymamayo, Puntayacu, Chanchamayo y Perené, correspondiente a la Provincia de Chanchamayo.", UNFV – Ing. Geográfica y Ambiental, 1997
26. SAMAMÉ BOGGIE, MARIO "EL Perú Minero", tomo VIII, Editora Perú 1994.

MAPAS DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA UP CARAHUACRA

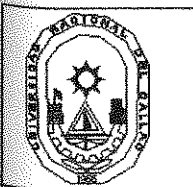
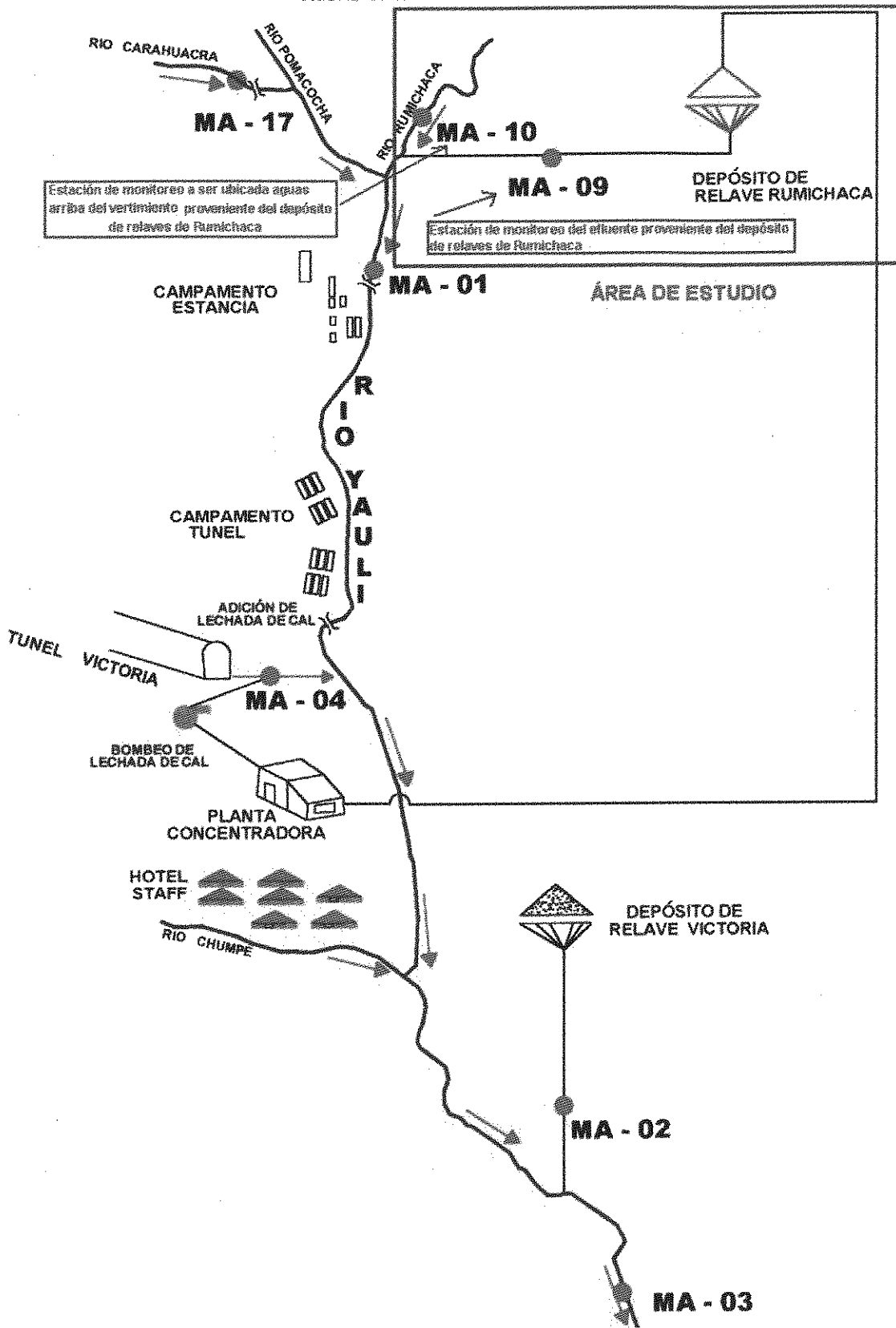


MAPA DE UBICACION GEOGRÁFICA UP CARAHUACRA

**ESQUEMA DE MONITOREO DE EFLUENTES LÍQUIDOS – UP
CARAHUACRA**

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE RIOS Y EFLUENTES

UNIDAD OPERATIVA DE CARAHUACRA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

ESQUEMA DE MONITOREO DE EFLUENTES LÍQUIDOS - UP CARAHUACRA

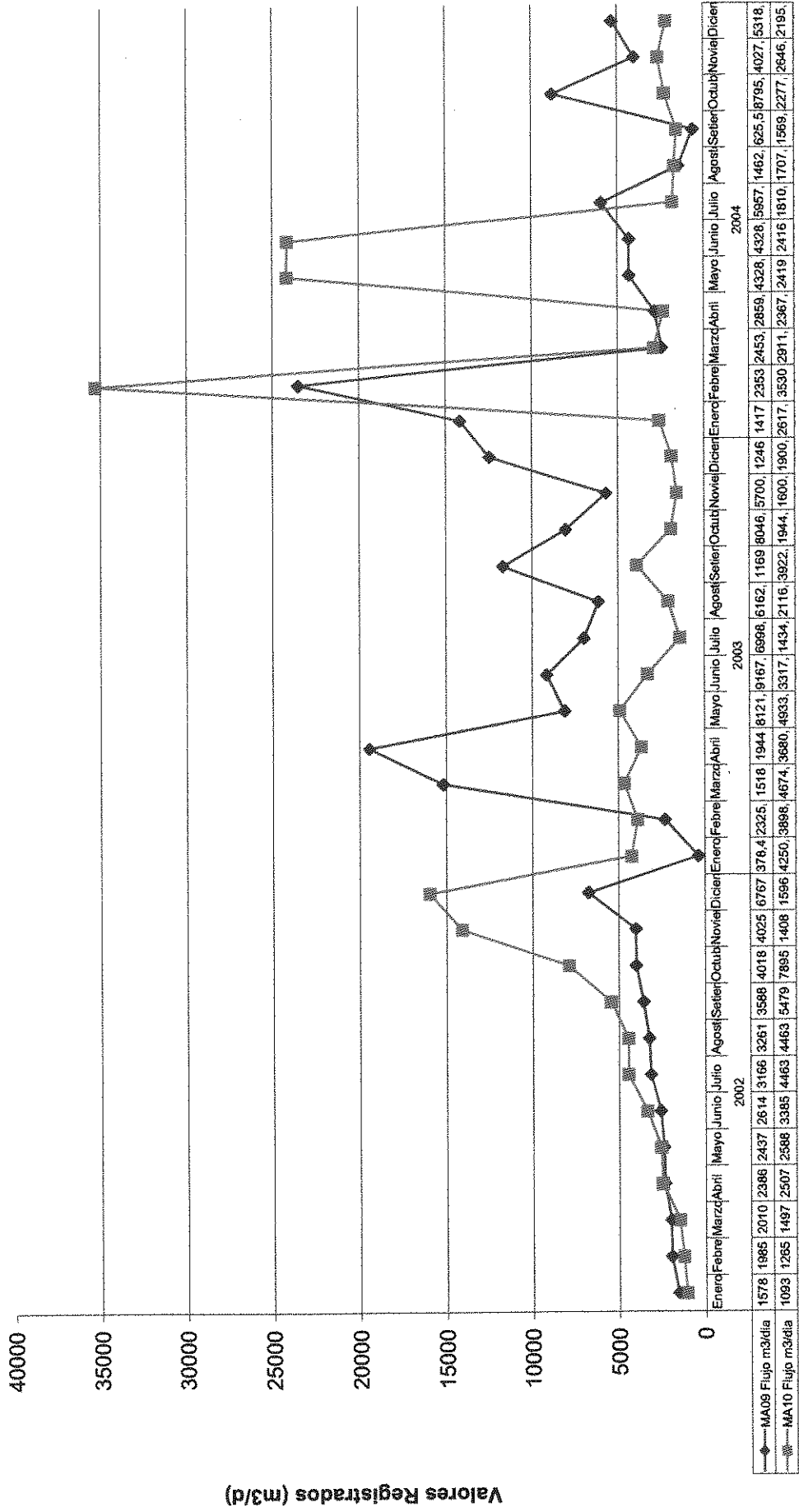
FUENTE: MEM	ESCALA: S/E	LAMINA: 01
ELABORADO: E. CANALES V.	FECHA: 20/09/2003	

**PLANO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO –
EFLUENTES UP CARAHUACRA**

Curva
Curva
quebr
Rio
Camín
Treceh
Carrel
Canal
Cota
Coord
Pantel

**GRÁFICOS OBTENIDOS CON LOS VALORES DE LOS
MONITOREOS REALIZADOS EN LAS ESTACIONES MA 09 Y
MA10**

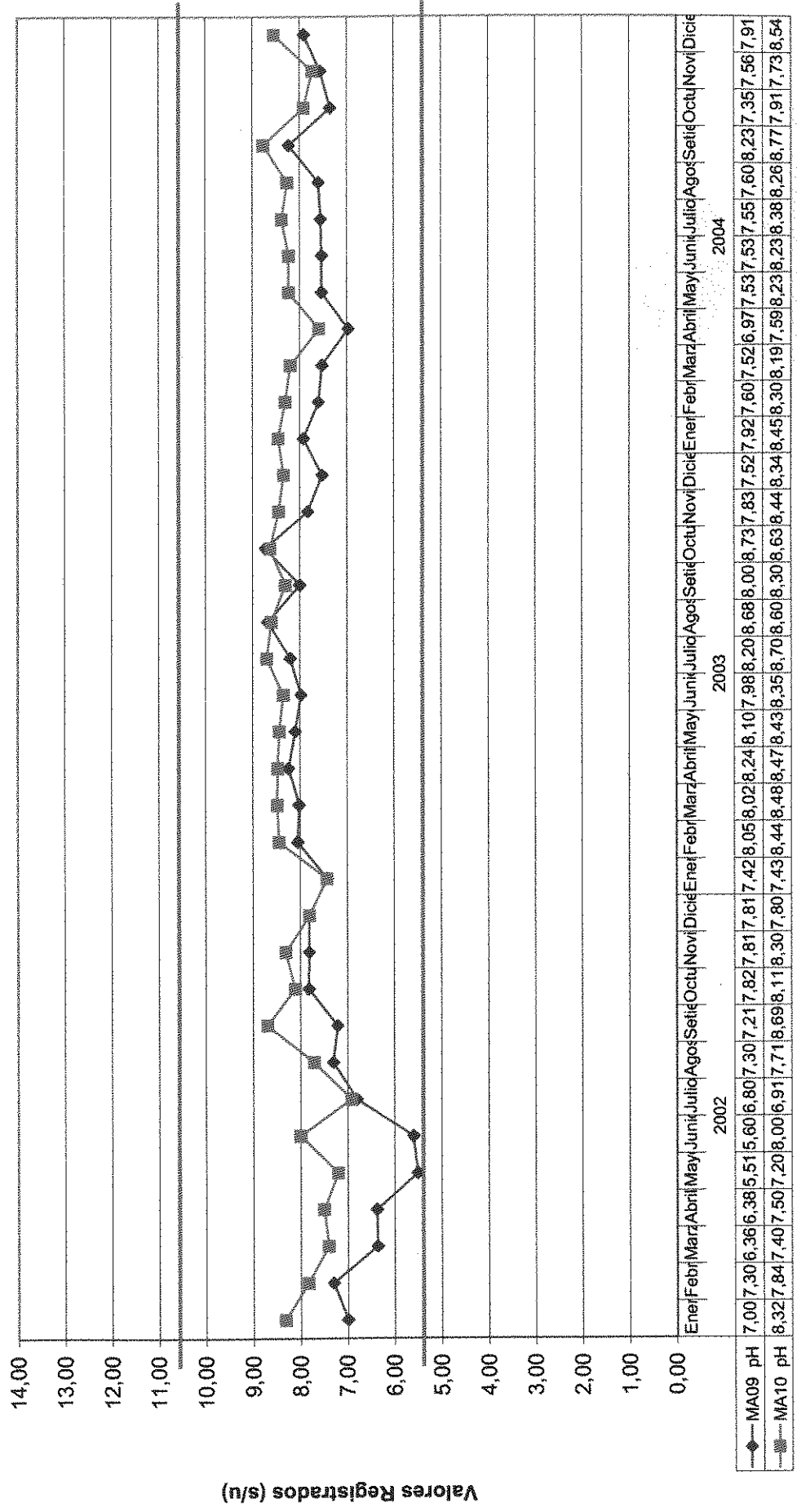
Comparación del Caudal Registrado en las estaciones MA09 y MA10



Valores Mensuales

Comparación del pH Registrado en las estaciones MA09 y MA10

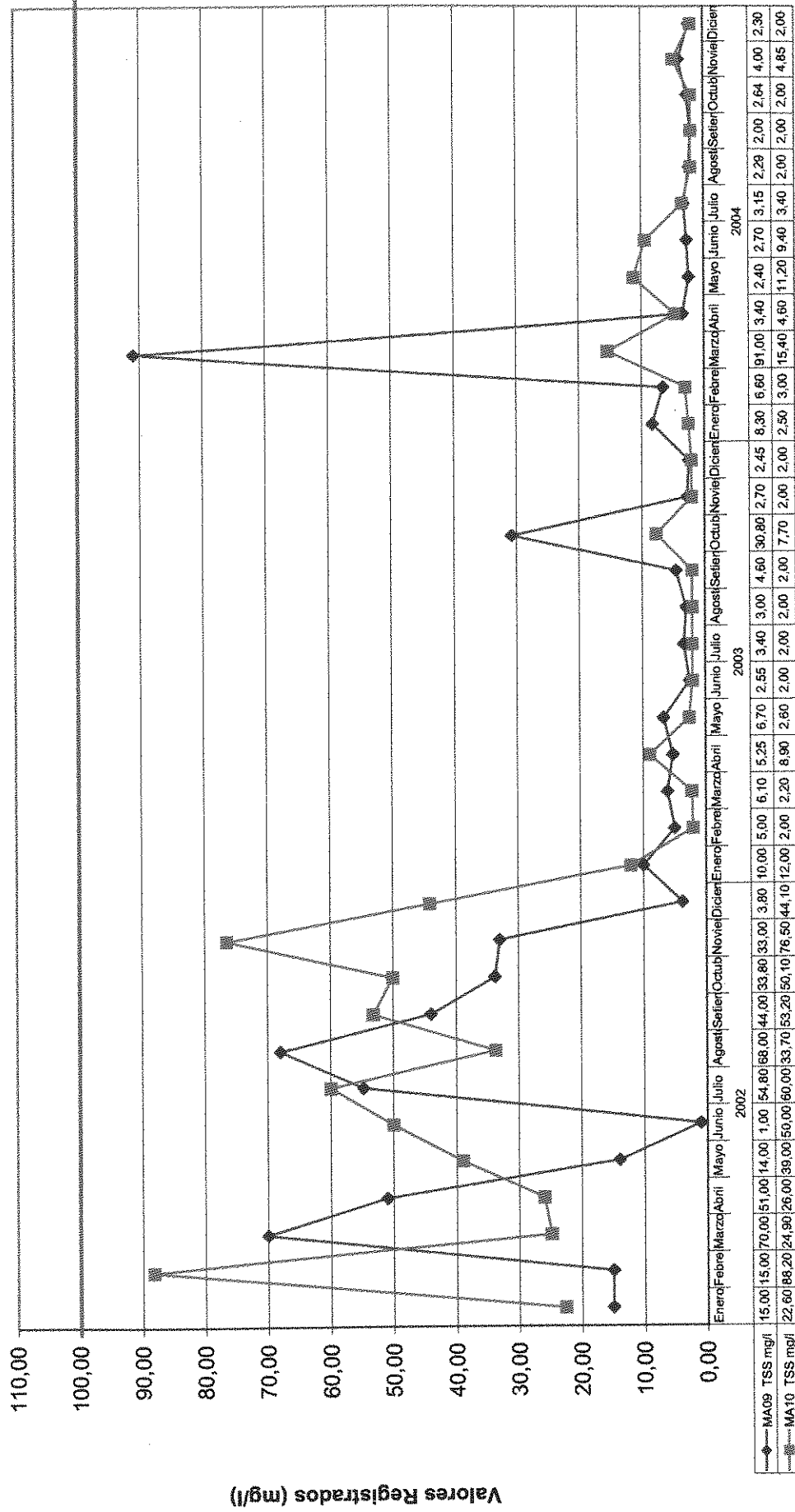
LMP RM N° 011-96-EM/VM [5.5-10.5]



Valores Mensuales

Comparación de los TSS Registrados en las estaciones MA09 y MA10

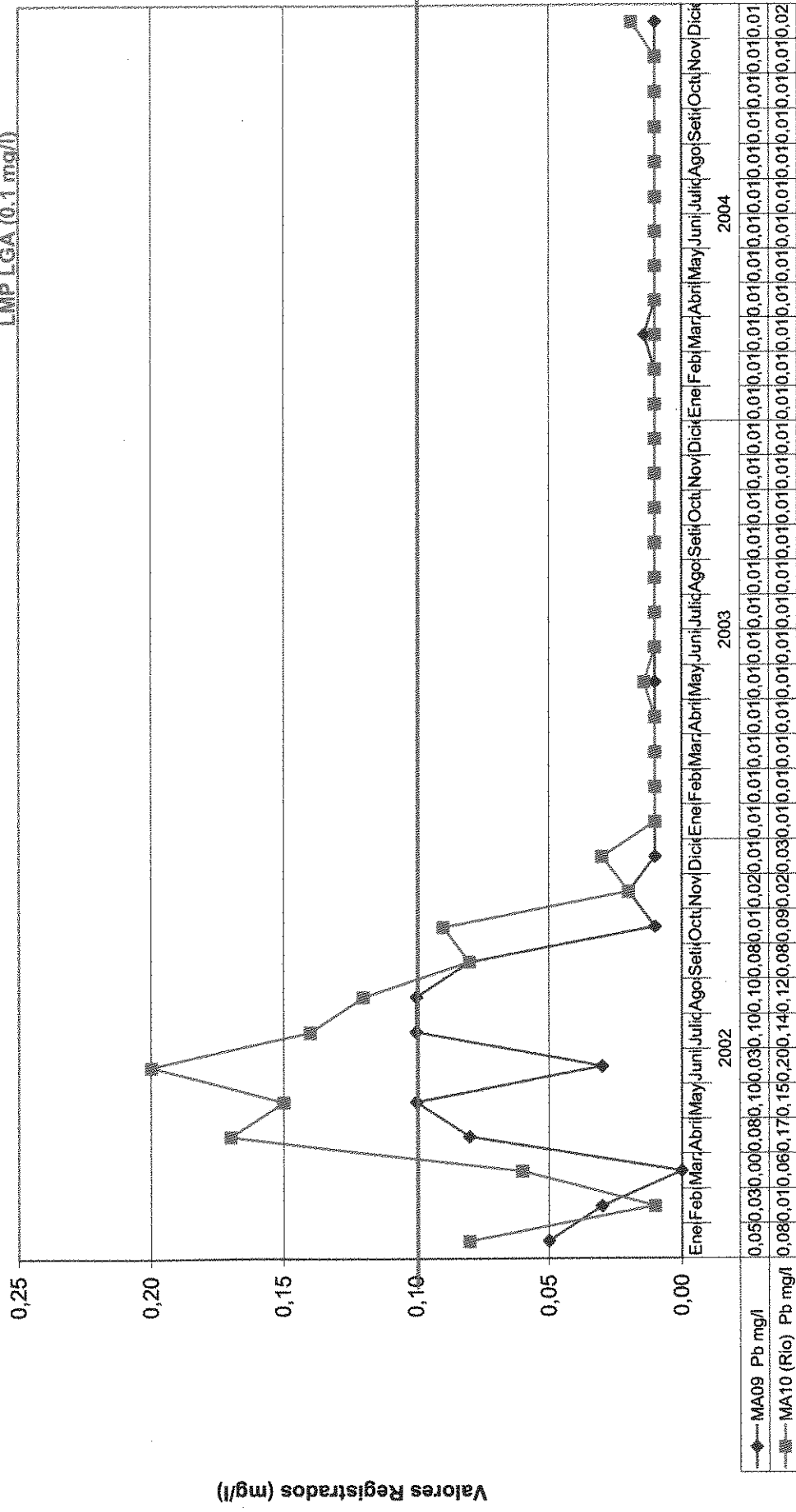
LMP RM N° 011-96-EM/VMM (100 mg/l)



Valores Mensuales

Comparación del Pb Registrado en las estaciones MA09 y MA10

LMP RM N° 011-96-EM/VMM (1 mg/l)
LMP LGA (0.1 mg/l)

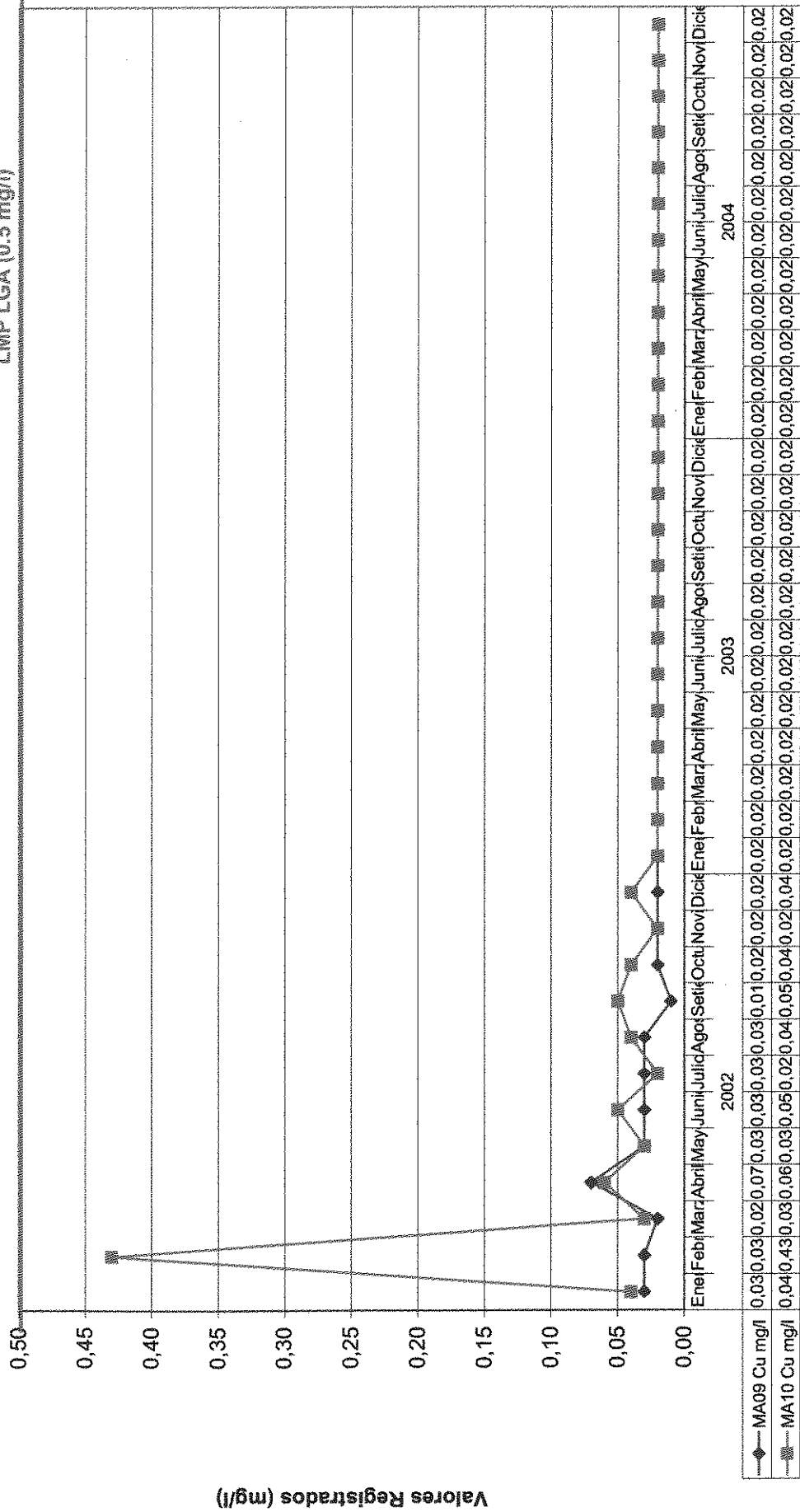


Valores Mensuales

Comparación del Cobre Registrado en las estaciones MA09 y MA10

LMP RM N° 011-96-EM/MMM (2 mg/l)

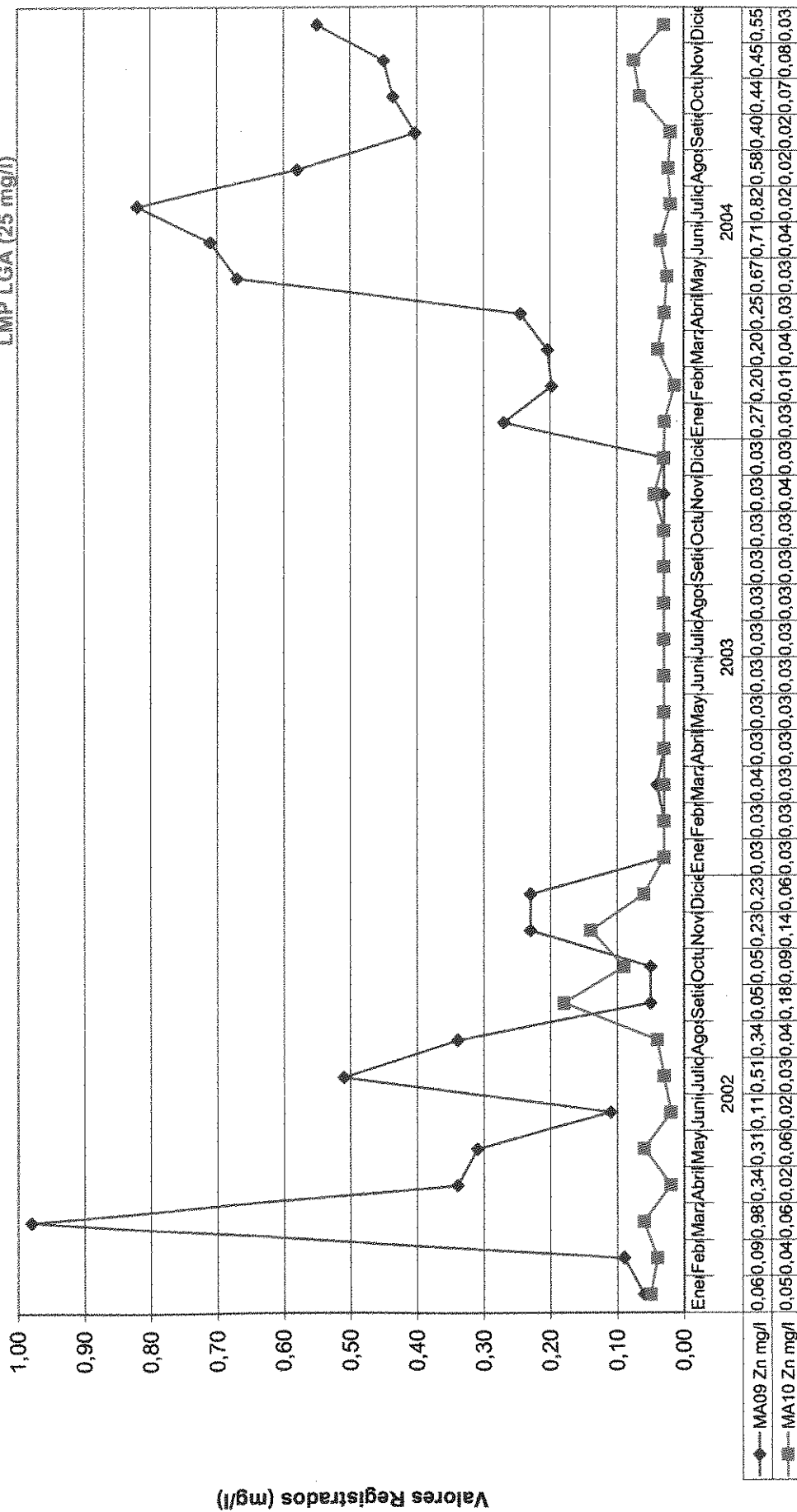
LMP LGA (0.5 mg/l)



Valores Mensuales

Comparación del Zinc Registrado en las estaciones MA09 y MA10

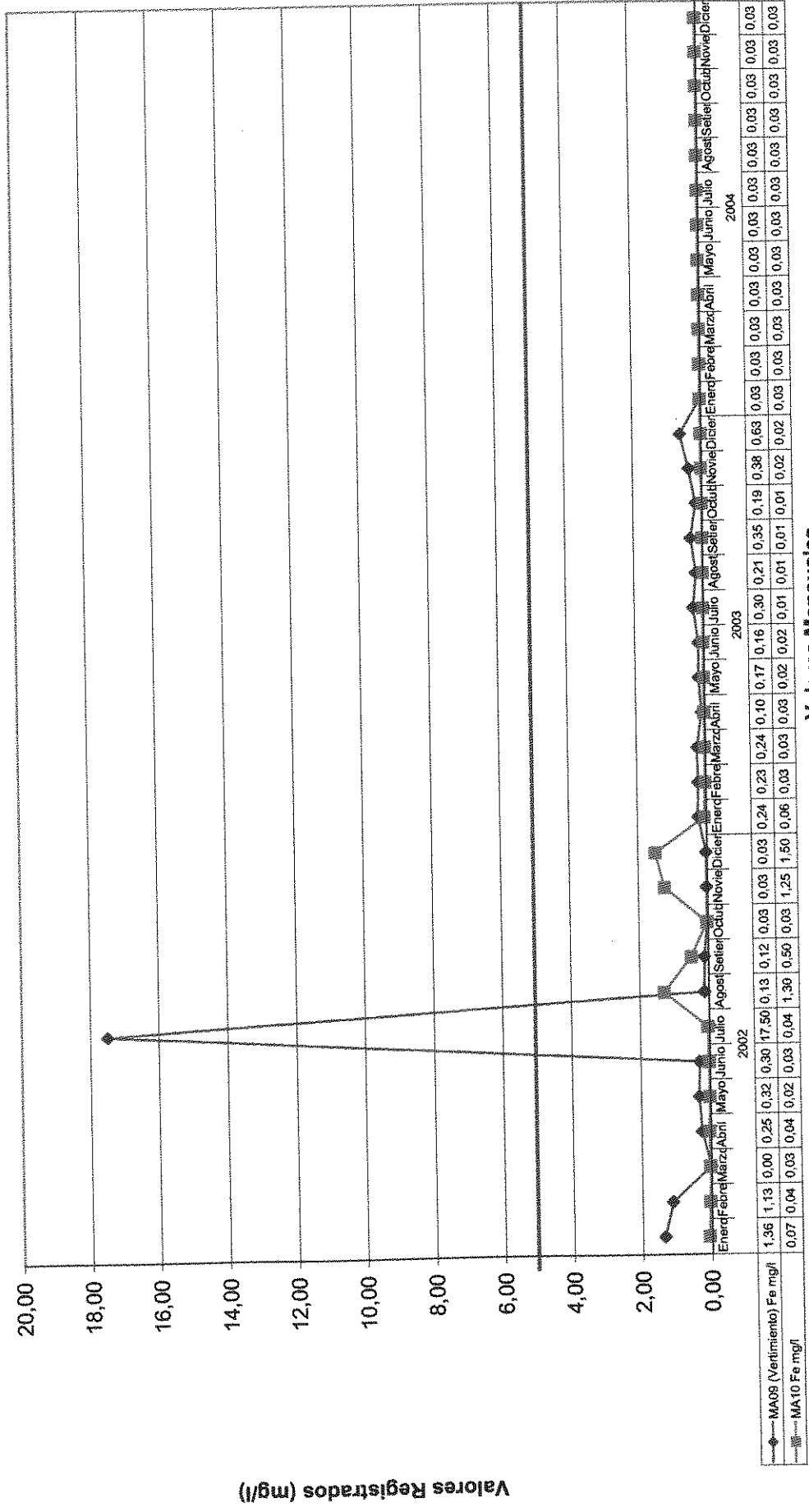
LMP RM N° 011-96-EM/MMM (6 mg/l)
LMP LGA (25 mg/l)



Valores Mensuales

Comparación del Hierro Registrado en las estaciones MA09 y MA10

LMP RM N° 011-96-EM/VMM (5 mg/l)



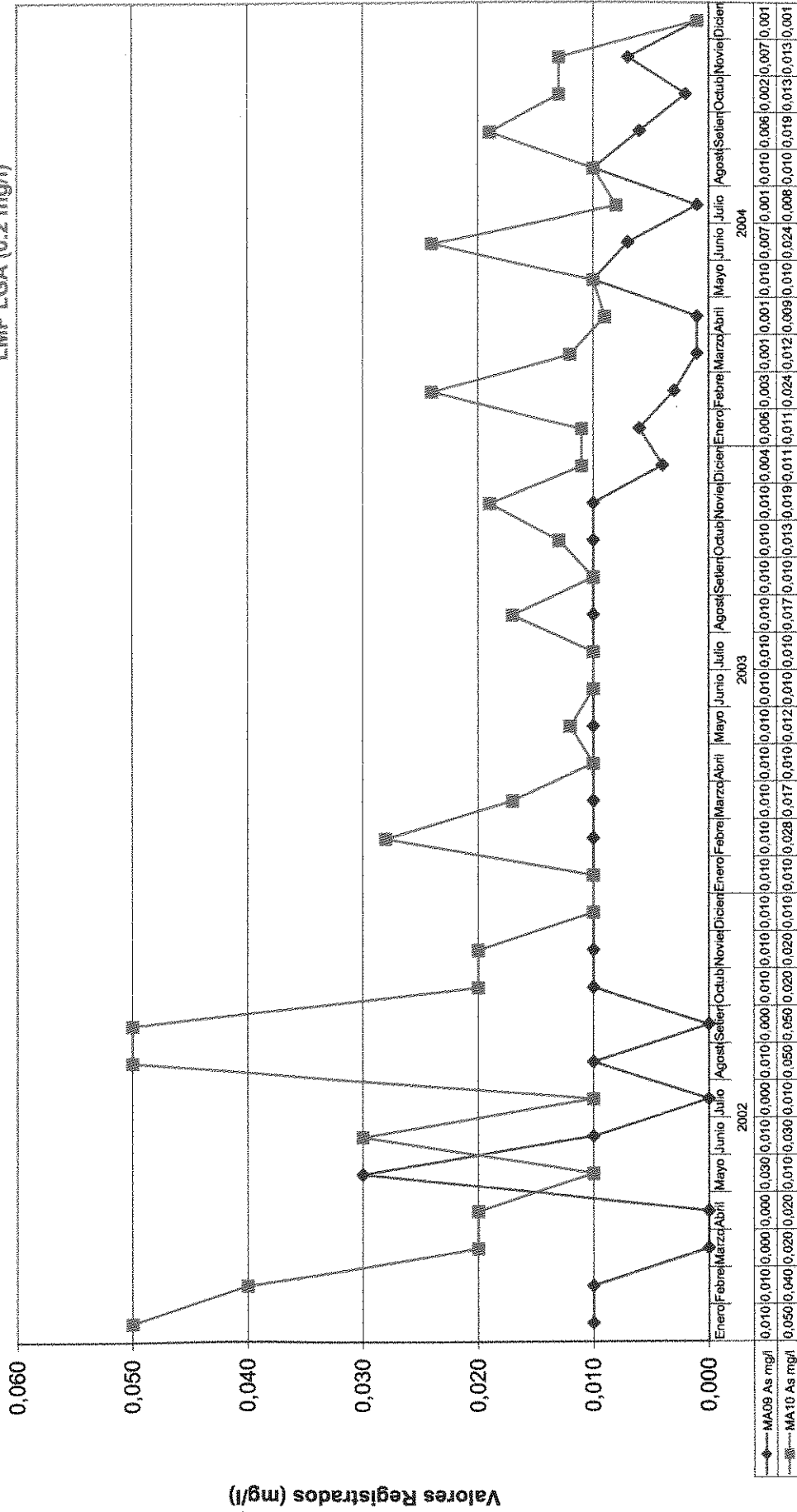
Valores Mensuales

Valores Registrados (mg/l)

Comparación del Arsénico Registrado en las estaciones MA09 y MA10

LMP RM N° 011-96-EM/MMM (1 mg/l)

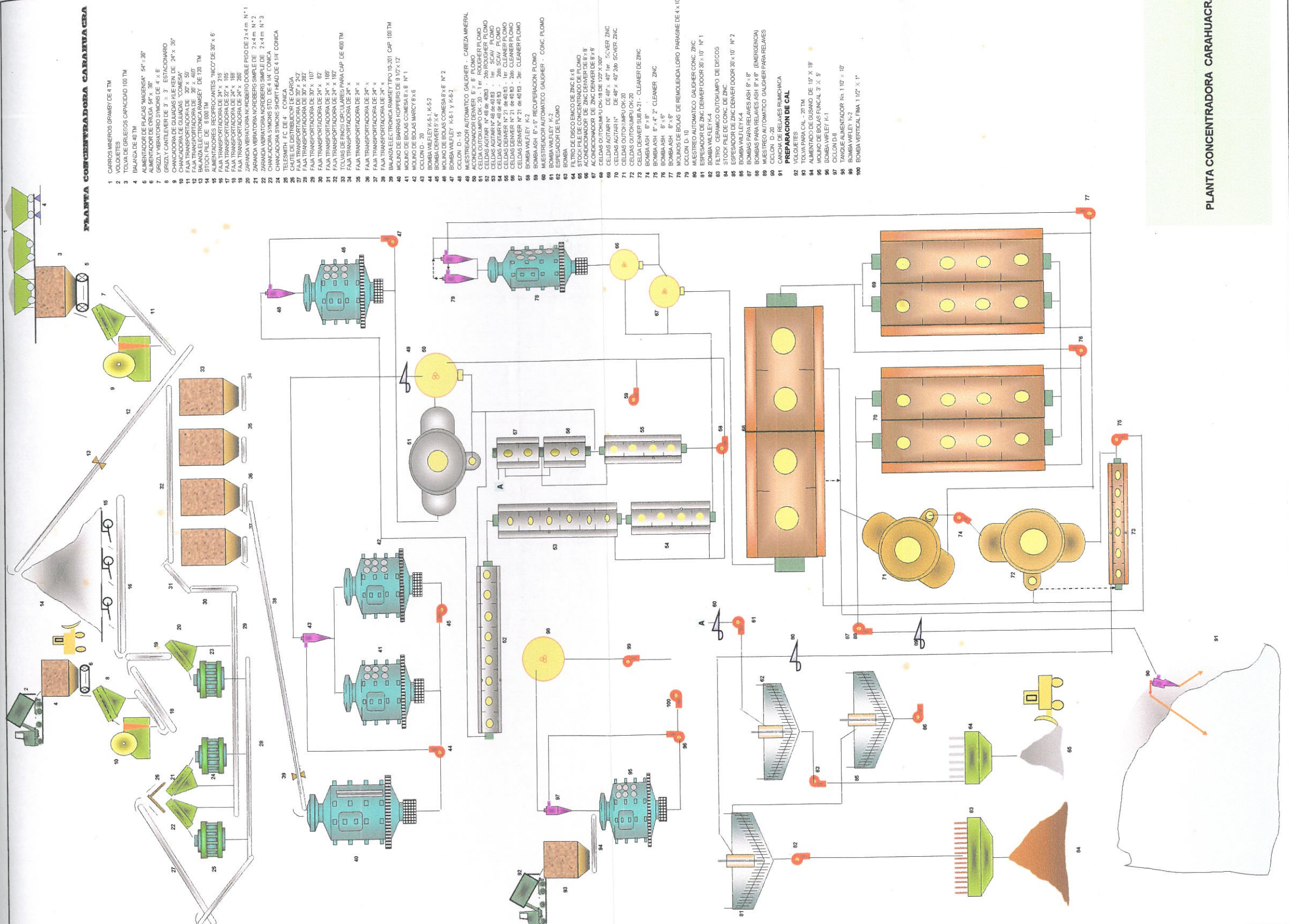
LMP LGA (0.2 mg/l)



Valores Mensuales

FLWSHEET PLANTA CONCENTRADORA CARAHUACRA

PLANTA CONCENTRADORA CARAHUACRA



- 1 CARRIOS INIEROS GRABBY DE 4 TM
- 2 VOLANTES
- 3 TOLVA DE GRUESOS CAPACIDAD 100 TM
- 4 BARRA DE 40 TM
- 5 ALIMENTADOR DE BARRAS "MAGENS" 54" x 36"
- 6 ALIMENTADOR DE ORUGA 67" x 30"
- 7 GRIZLY VIBRATORIO SIMONS DE 4 x 6'
- 8 GRIZLY CANTILEVER DE 3 x 3' ESTACIONARIO
- 9 CHANCADORA DE BARRAS DE 24" x 36"
- 10 CHANCADORA DE BARRAS DE 24" x 36"
- 11 FAJA TRANSPORTADORA DE 30" x 50'
- 12 FAJA TRANSPORTADORA DE 30" x 50'
- 13 FAJA TRANSPORTADORA DE 30" x 50'
- 14 STOCK PILE DE 8 000 TM
- 15 ALIMENTADORES RECIPROCANTE "MCO" DE 30" x 6'
- 16 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 17 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 18 ZARANDA VIBRATORIA NORDBERG DOBLE PISO DE 2.44 m. N° 1
- 19 ZARANDA VIBRATORIA NORDBERG SIMPLE DE 2.44 m. N° 2
- 20 CHANCADORA SIMONS STD. DE 4' CONICA
- 21 CHANCADORA SIMONS STD. DE 4' CONICA
- 22 TELESMITH EC. DE 4' CONICA
- 23 CHUTE DE DISTRIBUCION DE CARGA
- 24 FAJA TRANSPORTADORA DE 30" x 202'
- 25 FAJA TRANSPORTADORA DE 30" x 107'
- 26 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 62'
- 27 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 28 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 29 TOLVA DE ENCOCLABRES PARA CAP. DE 400 TM
- 30 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 31 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 32 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 33 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 34 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 35 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 36 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 37 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 38 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 39 FAJA TRANSPORTADORA DE 24" x 188'
- 40 MOLINO DE BARRAS COMESA 8' x 8' N° 1
- 41 MOLINO DE BARRAS COMESA 8' x 8' N° 1
- 42 MOLINO DE BARRAS MARCY 8' x 8'
- 43 CILINDRO D- 20
- 44 MOLINO DE BARRAS COMESA 8' x 8' N° 2
- 45 BOMBA VALELEY K-51 Y K-52
- 46 BOMBA VALELEY K-51
- 47 BOMBA VALELEY K-51 Y K-52
- 48 CILINDRO D- 15
- 49 AUTOMATICO GAUGHER - CABELA MINERAL
- 50 ACCIONADOR DENVER 8' x 8' PLOMO
- 51 CELDA OUTUMPU OK-20 - 21er. ROUBER PLOMO
- 52 CELDA OUTUMPU OK-20 - 21er. ROUBER PLOMO
- 53 CELDAS AGSTAR N° 48-48-83 - 29e. SCAV PLOMO
- 54 CELDAS AGSTAR N° 48-48-83 - 29e. SCAV PLOMO
- 55 CELDAS DENVER N° 21-26-40-83 - 26e. CLEANER PLOMO
- 56 CELDAS DENVER N° 21-26-40-83 - 26e. CLEANER PLOMO
- 57 CELDAS DENVER N° 21-26-40-83 - 26e. CLEANER PLOMO
- 58 BOMBA VALELEY K-2
- 59 BOMBA VALELEY K-2
- 60 RECUPERACION PLOMO
- 61 AUTOMATICO GAUGHER - CONIC PLOMO
- 62 ESPESADOR DE PLOMO
- 63 BOMBA
- 64 FILTRO DE BARRAS DE 24" x 6'
- 65 FILTRO DE BARRAS DE 24" x 6'
- 66 FILTRO DE BARRAS DE 24" x 6'
- 67 ACCIONADOR DE ZINC DENVER DE 8' x 8'
- 68 CELDAS OUTUMPU OK-20 - 21er. ROUBER PLOMO
- 69 CELDAS AGSTAR N° 48-48-83 - 29e. SCAV PLOMO
- 70 CELDAS AGSTAR N° 48-48-83 - 29e. SCAV PLOMO
- 71 CELDAS OUTUMPU OK-20
- 72 CELDAS DENVER SUB AZI - CLEANER DE ZINC
- 73 CELDAS DENVER SUB AZI - CLEANER DE ZINC
- 74 BOMBA VALELEY K-2
- 75 BOMBA VALELEY K-2
- 76 BOMBA VALELEY K-2
- 77 BOMBA VALELEY K-2
- 78 MOLINOS DE BARRAS DE REMOLINIA LORO PARA N° 4 x 10'
- 79 CILINDRO D- 10
- 80 AUTOMATICO GAUGHER CONIC ZINC
- 81 ESPESADOR DE ZINC DENVER DOOR 30" x 10' N° 1
- 82 BOMBA VALELEY K-4
- 83 FILTRO CERAMICO OUTUMPU DE DEFCOS
- 84 STOCK PILE DE CONIC DE ZINC
- 85 BOMBAS PARA RELAVES DENVER DOOR 30" x 10' N° 2
- 86 BOMBAS PARA RELAVES DENVER DOOR 30" x 10' N° 2
- 87 BOMBAS PARA RELAVES ASH 8' x 8' (EMERGENCIA)
- 88 MUESTRO AUTOMATICO GAUGHER PARA RELAVES
- 89 CILINDRO D-20
- 90 BOMBAS PARA RELAVES DENVER DOOR 30" x 10' N° 2
- 91 PREPARACION DE CAL
- 92 VOLANTES
- 93 TOLVA PARA CAL - 20 TM
- 94 ALIMENTADOR DE GUBANO DE 19" x 18'
- 95 BARRA DE 40 TM
- 96 BARRA DE 40 TM
- 97 CILINDRO D-8
- 98 TANQUE ALIMENTADOR No. 1 10' x 10'
- 99 BOMBA VALELEY K-2
- 100 BOMBA VALELEY K-2

PLANTA CONCENTRADORA CARAHUACRA

