

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA



**“IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES PRODUCIDOS EN EL PROYECTO DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DEL TÚNEL KINGSMILL”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR:

DAVID CALERO ARICA

LIMA – PERÚ

2009

AGRADECIMIENTO

No hay palabras que puedan describir mi profundo agradecimiento hacia mis Padres, quienes durante todos estos años confiaron en mí; comprendiendo mis ideales y el tiempo que no estuve con ellos.

RESUMEN

Se tiene como objetivo el identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales que se generarán durante la instalación, operación y cierre de la planta de tratamiento de agua del Túnel Kingsmill y la disposición final de los lodos generados en el proceso en la zona de Tuctu. A través del presente estudio se identificarán y caracterizarán los indicadores ambientales físicos, biológicos existentes en el área de influencia del proyecto. Se procederá a evaluar las características de los recursos ambientales que están asociados a las actividades del proyecto, y se cuantificará la importancia de los efectos potenciales sobre ellos, utilizando herramientas como el marco legal aplicable y la línea base ambiental del proyecto.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	ii
INDICE.....	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
1.1. UBICACIÓN	4
1.2. ACCESIBILIDAD.....	4
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	5
CAPITULO II: MARCO LEGAL	7
2.1. NORMATIVIDAD GENERAL VIGENTE	7
2.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	8
2.2.1. Calidad del Aire	8
2.2.2. Calidad del Ruido.....	10
2.2.3. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes....	11
2.2.4. Calidad del Agua.....	13
2.2.5. Uso y Derechos de Agua.....	19
2.2.6. Calidad de Suelos	19
2.2.7. Uso de la Tierra - Ley de Tierras	20

2.2.8.	Diversidad Biológica (Vegetación y Fauna).....	21
2.2.9.	Arqueología.....	22
CAPITULO III: LÍNEA BASE AMBIENTAL		24
3.1.	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	24
3.1.1.	Área de Influencia Directa	24
3.1.2.	Área de Influencia Indirecta.....	25
3.2.	CLIMA Y METEOROLOGÍA.....	25
3.3.	CALIDAD DE AIRE.....	26
3.4.	CALIDAD DE RUIDO.....	29
3.5.	GEOLOGÍA	33
3.6.	SISMICIDAD	34
3.7.	GEOMORFOLOGÍA.....	34
3.8.	SUELOS	35
3.9.	HIDROLOGÍA	36
3.10.	HIDROGEOLOGÍA	37
3.11.	RECARGA DEL SISTEMA DE AGUAS SUBTERRÁNEA	38
3.12.	DESCARGA DEL SISTEMA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	39
3.13.	CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL	39
3.14.	EFLUENTES - TÚNEL KINGSMILL.....	40
3.14.1.	Río Pomacocha.....	41
3.14.2.	Río Yauli Aguas Arriba del Efluente	42
3.14.3.	Río Yauli Aguas Abajo del Efluente.....	44
CAPITULO IV: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES		46
4.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	46
4.1.1.	Etapas de Construcción.....	46
4.1.2.	Etapas de Operación	47
4.1.3.	Etapas de Cierre.....	47
4.2.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	52

4.2.1.	Regulación específica existente	52
4.2.2.	Frecuencia y Duración	52
4.2.3.	Intensidad del Impacto Ambiental	53
4.2.4.	Extensión del Impacto Ambiental	54
4.2.5.	Permanencia y Reversibilidad.....	55
4.2.6.	Sensibilidad Pública y de Prensa	55
4.2.7.	Significancia Económica.....	56
4.2.8.	Puntaje.....	57
4.2.9.	Significancia.....	58
4.3.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	58
	CONCLUSIONES	64
	BIBLIOGRAFIA.....	66
	ANEXOS	68

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Perfil Túnel Kingsmill.....	1
---------------------------------------	---

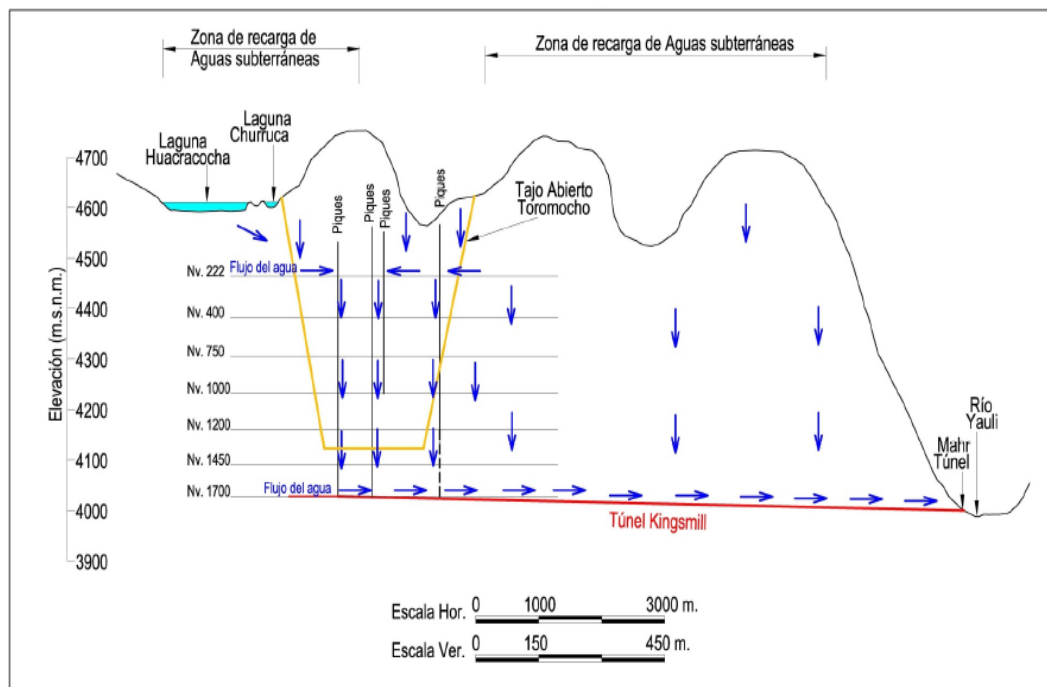
LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de Descarga Permisibles	3
Tabla 2 Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental del Aire.....	9
Tabla 3 Valores de Transito	10
Tabla 4 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido	11
Tabla 5 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes.....	12
Tabla 6 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.....	13
Tabla 7 Categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales	17
Tabla 8 Valores Criterio de Cumplimiento para la Descarga de la Planta de Tratamiento de las Aguas del Túnel Kingsmill.....	19
Tabla 9 Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire.....	26
Tabla 10 Ubicación de Estaciones y Fechas de Monitoreo Lote L.....	30
Tabla 11 Ubicación de Estaciones y Fechas de Monitoreo LOTE A	31
Tabla 12 Ubicación de Estaciones y Fechas de Monitoreo Cerca al Campamento Tuctu.....	32
Tabla 13 Matriz de Identificación de Impactos en la Etapa de Construcción.....	49
Tabla 14 Matriz de Identificación de los Impactos en la Etapa de Operación.....	50
Tabla 15 Matriz de Identificación de Impactos en la Etapa de Cierre	51
Tabla 16 Valorización para Legislación Específica Existente.....	52

Tabla 17 Valorización para Frecuencia y Duración.....	53
Tabla 18 Valorización del Impacto Ambiental	54
Tabla 19 Valorización de la Extensión del Impacto Ambiental	54
Tabla 20 Valorización de la Permanencia y Reversibilidad	55
Tabla 21 Valorización de la Sensibilidad Pública y de Prensa	56
Tabla 22 Valorización de la Significancia Económica	56
Tabla 23 Valorización de la Significancia	58
Tabla 24 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales en la Etapa de Construcción.....	59
Tabla 25 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales en la Etapa de Operación.....	61
Tabla 26 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales en la Etapa de Cierre.....	62
Tabla 27 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua	68
Tabla 28 Resultados de Muestra de Agua en el Efluente.....	69
Tabla 29 Resultados de Muestra de Agua – Rio Yauli Aguas Arriba del Efluente ...	71
Tabla 26 Resultados de Muestra de Agua – Rio Yauli Aguas Abajo del Efluente....	72

INTRODUCCIÓN

El túnel Kingsmill es un pasivo minero que pertenece al Estado, este fue construido entre los años de 1929 a 1934 por la empresa Cerro de Pasco Copper Cooperation, y que vierte sus aguas ácidas contaminando a la subcuenca del río Yauli y a la cuenca del río Mantaro.



Gráfica 1 Perfil Túnel Kingsmill

El túnel está ubicado en el departamento de Junín, y tiene aproximadamente 11.5 Km de longitud que van desde el distrito de Morococha hasta la concentradora de Mahr Túnel, desde este punto existe un canal abierto de unos 200 metros de longitud que descarga las aguas sin tratarlas al río Yauli. La descarga del túnel tiene un caudal promedio de 3,960 m³/h, debido a las filtraciones de las aguas superficiales a través de las diversas estructuras geológicas hacia las labores mineras subterráneas existentes en la zona por donde percolan y a su paso oxidan y lixivian las zonas mineralizadas generan el drenaje ácido de mina. Esta agua tiene un pH ácido entre 3 y 4 y contiene una gran cantidad de metales, entre los principales se encuentran el arsénico, cobre, hierro, manganeso y zinc, que superan los límites permisibles.

La finalidad de la construcción de una planta de tratamiento para las aguas acidas provenientes del túnel Kingsmill es que los efluentes, una vez tratados, alcancen una Calidad de Agua apta para la agricultura (Clase III) y de generar lodos que alcancen la Calidad de Lodos Neutros, cumpliendo con la normatividad minera vigente.

Los criterios de permisos para la descarga aprobados por el MEM se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1 Criterios de Descarga Permisibles

Parámetro	Máximo	Promedio
pH	Asumido del 6 a 9	Asumido del 6 a 9
Sólidos Suspendidos Totales	25 mg/l	15 mg/l
Aluminio	2 mg/l	1.5 mg/l
Arsénico	0.1 mg/l	0.05 mg/l
Cadmio	0.05 mg/l	0.005 mg/l
Cobre	0.3 mg/l	0.3 mg/l
Hierro	3.5 mg/l	2 mg/l
Plomo	0.1 mg/l	0.05 mg/l
Manganeso	4.5 mg/l	3 mg/l
Zinc	2 mg/l	1 mg/l

*Criterios aprobados por el MEM

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. UBICACIÓN

La planta de tratamiento de aguas acidas del túnel Kingsmill será ubicada en el distrito y provincia de Yauli, en el departamento de Junín. Este proyecto se encuentra ubicado en la Cordillera Occidental de los Andes, las coordenadas UTM representativas de la planta de tratamiento son: N = 8'714,168.8550 y E = 385,226.7729, y para el depósito de lodos son: N = 8'718,432.42 y E = 377,356.80.

1.2. ACCESIBILIDAD

Para acceder a la zona del proyecto desde Lima se tomará la Carretera Central hasta el kilometro 149 donde se ubica el desvío hacia el centro poblado de Yauli. En este desvío hay una carretera afirmada que pasa por los centros poblados de Pachachaca, Mahr Túnel y Yauli; el viaje en promedio durará unas tres horas.

También está la línea del Ferrocarril Central, pero en estos momentos sólo brinda servicio para transporte de carga.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El desarrollo del proyecto consta de la construcción de la planta de tratamiento de aguas acidas del Túnel Kingsmill y el traslado y la disposición final de los lodos generados, el proyecto tendrán una superficie aproximada de 11 ha. La vida útil de la planta será de 30 años y tendrá un caudal de diseño de 5,040 m³/h ó 1,400 l/s.

El proceso seleccionado para el tratamiento de los efluentes provenientes del túnel Kingsmill es el de High Density Sludge HDS (lodos de alta densidad). Este proceso se basa en la adición de cal a los lodos re-circulados al inicio del sistema con la finalidad de elevar el pH para obtener las condiciones necesarias para aumentar la densidad de los lodos, obteniendo un material denso, granular y con una viscosidad relativamente baja, luego pasan a un tanque reactor que es aireado y agitado para que facilite las reacciones de oxidación, neutralización y precipitación.

Del tanque reactor se pasa a un clarificador en donde se efectúa la separación de los lodos precipitados, en esta parte también se aumenta floculante para que los sólidos suspendidos se sedimenten y así generar una rebose claro. El exceso que se tiene de los lodos precipitados del clarificador son bombeados a hacia las pozas de lodos, en este lugar los lodos se asentarán permitiendo que el agua se drene mediante los canales perimetrales de derivación o por evaporación. Las pozas

serán construidas a un costado de la planta de tratamiento. Este lodo que se produce en el clarificador es una mezcla de metales, hidróxidos y yeso precipitados, los lodos precipitados tiene una densidad que varia dentro de un rango que va del 20 a 30 % de sólidos.

Estos lodos van a ser transportados anualmente a la poza de lodos ubicada en Tuctu para su disposición final. El transporte será realizado mediante camiones y será depositado en celdas que serán cubiertas con material adecuado con el fin de evitar la erosión.

CAPITULO II

MARCO LEGAL

El marco legal aplicable para el presente proyecto está conformado por un compendio de normas legales que regulan las condiciones ambientales en el Perú. Estas normas incluyen regulaciones nacionales e internacionales para la protección y conservación de los recursos naturales y los estándares de calidad ambiental del aire, agua y ruido.

2.1. NORMATIVIDAD GENERAL VIGENTE

El marco legal que regula la legislación ambiental en el Perú involucra diversas normas que van desde un marco legal general que establece principios y lineamientos generales aplicables a los sectores económicos, hasta un marco normativo específico de acuerdo a la actividad que desarrolla cada sector o unidad política administrativa.

Los principios generales que establecen la protección y la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente están regulados por la Constitución

Política del Perú que es la norma de mayor jerárquica. También, se promulgaron otras normas de carácter general que regulan la protección ambiental como por ejemplo la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el D.L. N° 757 Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, y la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.

2.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL

Para el desarrollo ambiental se han promulgado normas ambientales de protección y conservación de los recursos naturales, de protección de la calidad del agua, aire, ruido y de protección del patrimonio arqueológico. Las principales normas legales aplicables se detallan a continuación.

2.2.1. Calidad del Aire

El Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante D.S. N° 074-2001-PCM el 22 de junio del 2001 y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire aprobado mediante D.S. N° 003-2008-MINAM el 21 de agosto del 2008 cuyas normas tiene como objetivo principal la protección de la salud de las personas. Estas establecen que los valores de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire para cada contaminante, además de los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente. Estos reglamentos establecen los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y para los valores de tránsito.

Adicionalmente, se contempla la norma del Reglamento Nacional de Estándares de Calidad del Aire (National Ambient Air Quality Standards - NAAQS) de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (US EPA) para los elementos que no están contemplados en el D.S. N° 074-2001-PCM como es el caso de partículas totales en suspensión (PTS).

Tabla 2 Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental del Aire

Contaminantes	Periodo	Forma del Estándar		Métodos de Análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (Método automático)
	24 horas	80	Media aritmética	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Media aritmética anual	Quimioluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual			Método para PM10 (Espectrometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrogeno	24 horas			Fluorescencia UV (Método automático)

* Todos los valores son concentraciones en microgramo por metro cubico. NE significa no exceder

Tabla 3: Valores de Transito

Contaminantes	Periodo	Forma del Estándar		Métodos de Análisis
		Valor	Formato	
Dióxido de Azufre	Anual	100	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (Método automático)
PM-10	Anual	80	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	200	NE más de 3 veces/año	
Dióxido de Nitrógeno	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	Quimioluminiscencia (Método automático)
Ozono	8 horas	160	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)

* Todos los valores son concentraciones en microgramo por metro cubico. NE significa no exceder

2.2.2. Calidad del Ruido

El 30 de octubre del 2003 se aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido y los lineamientos para no excederlos mediante D.S. N° 085-2003-PCM, esta norma tiene como objetivo proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. A continuación se muestran los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Tabla 4 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en L_{AeqT}	
	Horario Diurno	Horario Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

* Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{AeqT})

2.2.3. Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes

El 03 de febrero de 2005 se aprobó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes mediante D.S. N° 010-2005-PCM, que establecen los niveles máximos de las intensidades de las radiaciones no ionizantes, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor no debe exceder de los parámetros a fin de evitar riesgo a la salud humana y el ambiente. En la siguiente tabla se presentan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes.

Tabla 5 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes

Rango de Frecuencias (f)	Intensidad de Campo Eléctrico (E) (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H) (A/m)	Densidad de Flujo Magnético (B) (μT)	Densidad de Potencia (S_{eq}) (W/m^2)	Principales Aplicaciones (no restrictiva)
Hasta 1 Hz	-	3.2×10^4	4×10^4	-	Líneas de energía para trenes eléctricos, resonancia magnética
1 - 8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-	
8 - 25 Hz	10000	$4000 / f^2$	$5000 / f^2$	-	Líneas de energía para trenes eléctricos
0.025 - 0.8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	-	Redes de energía eléctrica, líneas de energía para trenes eléctricos, monitoreo de video
0.8 - 3 kHz	$250 / f$	5	6.25	-	Monitores de video
3 - 150 kHz	87	5	6.25	-	Monitores de video
0.15 - 1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-	Radio AM
1 - 10 MHz	$87 / f^{0.5}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	-	Radio AM, diatermia
10 - 400 MHz	28	0.073	0.092	2	Radio FM, Tv VHF, Sistemas móviles y de radionavegación aeronáutica, teléfonos inalámbricos, resonancia magnética, diatermia
0.4 - 2 GHz	$1.375 f^{0.5}$	$0.0037 f^{0.5}$	$0.0046 f^{0.5}$	$f / 200$	Tv UHF, telefonía móvil celular, servicio troncalizado, servicio móvil satelital, teléfonos inalámbricos, sistemas de comunicación personal
2 - 300 GHz	61	0.16	0.2	10	Redes de telefonía inalámbrica, comunicaciones por microondas y vía satélite, radares, hornos microondas

* f está en la frecuencia que se indica en la columna Rango de Frecuencias

2.2.4. Calidad del Agua

La Ley General de Aguas (LGA) aprobada mediante la D.L. N° 17752 el 24 de julio de 1969, y el D.S. N° 261-69-AP del 12 de diciembre de 1969 modificada por el D.S. N° 007-83-SA del 11 de marzo de 1983, y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobada mediante D.S. N° 002-2008-MINAM del 21 de julio del 2001, presentan los niveles permisibles de los diferentes parámetros para los distintos usos de agua. Los cuerpos de agua se clasifican en seis clases.

**Tabla 6 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
Categoría 1: Poblacional**

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizada con desinfección	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento avanzado
		Valor	Valor	Valor
FISICOS Y QUIMICOS				
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1	1
Cianuro Libre	mg/L	0.005	0.022	0.022
Cianuro Wad	mg/L	0.08	0.08	0.08
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200
Conductividad	µs/cm	1500	1600	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30
Dureza	mg/L	500	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	0.5	Na
Fenoles	mg/L	0.003	0.01	0.1
Fluoruros	mg/L	1	**	**
Fosforo Total	mg/L P	0.1	0.15	0.15

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizada con desinfección	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento avanzado
		Valor	Valor	Valor
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**
Nitratos	mg/L N	10	10	10
Nitritos	mg/L N	1	1	1
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N	1.5	2	3.7
Olor		Aceptable	**	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0
Sólidos Disueltos Totales		1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	**	**
Sulfuros	mg/L	0.05	**	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGANICOS				
Aluminio	mg/L	0.2	0.2	0.2
Antimonio	mg/L	0.006	0.006	0.006
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.7	0.7	1
Berilio	mg/L	0.004	0.04	0.04
Boro	mg/L	0.5	0.5	0.75
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0.05	0.05	0.05
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	0.3	1	1
Manganeso	mg/L	0.1	0.4	0.5
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002
Níquel	mg/L	0.02	0.025	0.025
Plata	mg/L	0.01	0.05	0.05
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.01	0.05	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02
Vanadio	mg/L	0.1	0.1	0.1
Zinc	mg/L	3	5	5

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizada con desinfección	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento avanzado
		Valor	Valor	Valor
ORGANICOS				
I. Compuestos orgánicos volátiles				
Hidrocarburos totales del petróleo, HTTP	mg/L	0.05	0.2	0.2
Trihalometanos	mg/L	0.1	0.1	0.1
Compuestos Orgánicos Volátiles COVs				
1,1,1 - Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	**
1,1 - Dicloroetano --- 75-35-4	mg/L	0.03	0.03	**
1,2 - Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0.03	0.03	**
1,2 - Diclorobenceno -- 95-50-1	mg/L	1	1	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0.0006	0.0006	**
Tetradoroetano ----- 127-18-4	mg/L	0.04	0.04	**
Tetradorudo de Carbono -- 56-23-5	mg/L	0.002	0.002	**
Tricloroetano -- 79-01-6	mg/L	0.07	0.07	**
BETX				
Benceno --71-43-2	mg/L	0.01	0.01	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0.3	0.3	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0.7	0.7	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0.5	0.5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno 50-32-8	mg/L	0.0007	0.0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.009	0.009	**
Triclorobenceno (Totales)	mg/L	0.02	0.02	**
Plaguicidas				
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0.0001	0.0001	**

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizada con desinfección	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizada con tratamiento avanzado
		Valor	Valor	Valor
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organoclorados (COP)				
Aldrín 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Dieldrín -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Endosulfán	mg/L	0.000056	0.000056	*
Endrín -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Heptacloro epóxido -- 1024-57-3	mg/L	0.00003	0.00003	*
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Carbamatos				
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<u>Policloruros Bifenilos Totales</u>				
(PCBs)	mg/L	0.000001	0.000001	**
Otros				
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**
MICROBIOLOGICOS				
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100 mL	0	2000	20000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3000	50000
Enterococos Fecales	NMP/100 mL	0	0	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0	
Formas Parasitarias	Organismo/L	0	0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine

Tabla 7 Categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales

Parámetros	Unidad	Valor
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100 - 700
Conductividad	µS/cm	<2000
D.B.O.	mg/L	15
D.Q.O.	mg/L	10
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0.06
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 4
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.05
Bario Total	mg/L	0.7
Cadmio	mg/L	0.005
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo VI	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Níquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05

Parámetros	Unidad	Valor
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Aceites y grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
SAAM (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Alicarb	µg/L	1
Aldrín (CAS 309-00-2)	µg/L	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	µg/L	0.3
DDT	µg/L	0.001
Dieldrín (CAS 72-20-8)	µg/L	0.7
Endrín	µg/L	0.004
Endosulfán	µg/L	0.02
Heptacloro (CAS 76-44-8) y Heptadoripoxido	µg/L	0.1
Lindaro	µg/L	4
Paratión	µg/L	7.5

* Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto

Para el proyecto del Túnel Kingsmill se han considerado los siguientes criterios que fueron propuestos por Minera Peru Copper y aprobados por el Ministerio de Energía y Minas mediante oficio N° 148-2007/MEM-DMM con fecha 19 de abril de 2007 para las aguas de descarga provenientes de la planta de tratamiento de agua del túnel Kingsmill.

Tabla 8 Valores de Cumplimiento para la Descarga de la Planta de Tratamiento

Parámetros	Unidades	Criterios de Descarga Aprobados para la Planta de Tratamiento del las Aguas de TK	
		Máximo	Promedio
pH	Unidad de pH	6.0 - 9.0	6.0 - 9.0
Sólidos Totales en Suspensión (STS)	mg/L	25	15
Aluminio (Al)	mg/L	2	1.5
Arsénico (As)	mg/L	0.1	0.05
Cadmio (Cd)	mg/L	0.05	0.005
Cobre (Cu)	mg/L	0.3	0.3
Hierro (Fe)	mg/L	3.5	2
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.05
Manganeso (Mn)	mg/L	4.5	3
Zinc (Zn)	mg/L	2	1

2.2.5. Uso y Derechos de Agua

El uso del agua está regulado por la LGA, Decreto Ley N° 17752, que establece que su aprovechamiento es otorgado por medio de autorizaciones, licencias o permisos. Por tanto, el uso del agua para fines mineros requiere de una licencia, sólo el uso del agua para satisfacer las necesidades básicas está exonerado de permisos, autorizaciones y licencias.

2.2.6. Calidad de Suelos

Para la caracterización y evaluación del suelo en el área del Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas del Túnel Kingsmill se ha considerado la aplicación del Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, aprobado mediante D.S. N° 033-85-AG el 12 de abril de 1985. Esta norma legal

establece las pautas y lineamientos para clasificar los suelos, considerando las unidades de suelos y sus características fisiográficas más representativas.

Como información complementaria se ha utilizado el Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y su correlación con las normas estandarizadas de la FAO.

2.2.7. Uso de la Tierra - Ley de Tierras

La Ley de Inversión Privada en el Desarrollo de las Actividades Económicas en las Tierras del Territorio Nacional y de las Comunidades Campesinas y Nativas, Ley N° 26505 que fue aprobada el 18 de julio de 1995, esta establece los principios generales necesarios para promover la inversión privada en el desarrollo de las actividades económicas en las tierras del territorio nacional y de las comunidades campesinas y nativas. Además, señala que se mantienen vigentes las normas referidas a la protección del patrimonio inmobiliario de carácter histórico y arqueológico del país.

El Reglamento de la Ley N° 26505, Ley de Inversión Privada en el Desarrollo de las Actividades Económicas en las Tierras del Territorio Nacional y de las Comunidades Campesinas y Nativas, fue aprobado mediante D.S. N° 011-97-AG el 13 de junio de 1997, es aplicable a las tierras de uso agrícola y de pastoreo, a las tierras eriazas con aptitud agropecuaria y en general a todo predio susceptible de tener uso agropecuario. Las tierras de aptitud forestal y de fauna se rigen por sus propias normas.

2.2.8. Diversidad Biológica (Vegetación y Fauna)

El artículo N° 66, capítulo II, título 3 de la Constitución Política del Perú señala que “los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio del Estado quien es soberano en su aprovechamiento”. El artículo N° 67 señala que “el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de sus recursos naturales”. Este principio constitucional es desarrollado y regulado en la Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales aprobada por Ley N° 26821.

El artículo N° 1 señala que “los recursos naturales que permanecen en su fuente, sean éstos renovables o no renovables, son Patrimonio de la Nación. Los frutos y productos de los recursos naturales, obtenidos en la forma establecida en la presente ley, son del dominio de los titulares de los derechos concedidos sobre ellos”. La Ley General del Ambiente en sus capítulos I y II regula el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la diversidad biológica.

La Ley para la Conservación y Desarrollo Sostenible de Diversidad Biológica, Ley N° 26839 establece que en relación a las Áreas Naturales Protegidas, los espacios del territorio nacional son reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado debido a su importancia para la conservación de la diversidad biológica y otros valores asociados. Estas áreas se establecen sobre una base permanente y cualquier enmienda a su condición puede hacerse únicamente mediante una Ley (artículo N° 16, título V).

La Ley N° 26505 fue emitida para promover la inversión privada en las tierras agrícolas (incluyendo las tierras de las comunidades rurales). Esta ley reconoce las áreas naturales protegidas y crea las áreas de la selva ecológicamente protegidas, las cuales están incluidas en el D.S. N° 011-96-AG.

2.2.9. Arqueología

Los instrumentos de la legislación actual que protegen el patrimonio arqueológico peruano y que regulan las actividades que requieren de estudios ambientales arqueológicos son los siguientes:

- Constitución Política del Perú (1993). Según el artículo N° 21, todos los yacimientos y restos arqueológicos son considerados Patrimonio Cultural de la Nación, ya sea que estén expresamente declarados (por ejemplo, mediante su inscripción en registros públicos o mediante su inclusión en catastros arqueológicos) o que provisionalmente se presuman como tales.
- Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación (Ley N° 24047). Promulgada para efectos de dar cumplimiento a la Constitución Política del Perú y normar su protección, la cual no sólo incluye los restos culturales como muebles e inmuebles sino también los restos paleontológicos (mediante Ley N° 26576 modificatoria de la Ley N° 24047).
- Código Penal. Regula la protección de la herencia cultural y está complementada con sanciones (artículos N° 226 hasta el N° 230). Cualquier destrucción intencional de algún sitio arqueológico o de algún objeto arqueológico está tipificada como un delito contra los bienes

culturales que conlleva a pena privativa de libertad, independiente de las multas (escalonadas sobre la base de multiplicación de cantidades de UIT) que puede imponer el INC.

El Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas, modificada mediante R.S. N° 060-95-ED (publicada el 2 de agosto de 1995) define las situaciones de emergencia de dos maneras.

- Zonas de arqueología de rescate como una necesidad, antes de proceder con obras públicas ineludibles.
- Intervenciones de rescate o emergencia ante otras obras diversas. Esta resolución detalla los procedimientos para la obtención de autorizaciones de investigación y excavación, supervisión y otras aprobaciones emitidas por el INC.

El Reglamento de Investigaciones Arqueológicas, aprobado mediante R.S. N° 004-2000-ED, establece en su artículo 8 la naturaleza de los Proyectos de Evaluación Arqueológica. Estos deberán realizarse en el marco del desarrollo de proyectos productivos, extractivos y/o de servicios, tanto del sector privado como estatal, con el fin de proteger el patrimonio arqueológico-histórico nacional, tanto mueble como inmueble.

CAPITULO III

LÍNEA BASE AMBIENTAL

3.1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1.1. Área de Influencia Directa

Se considera área de influencia directa la zona donde se construirá la planta de tratamiento, el depósito de lodos en la zona de Tuctu, caminos internos a ser usados, el camino de transporte del lodo generado en el proceso (Planta de Tratamiento – Tuctu).

Tomando en consideración esta información el área de influencia directa tiene una extensión de 1,325.42 ha, dentro de estos límites se encuentra los centro poblados de Manuel Montero y Pachachaca.

3.1.2. Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta abarca todas las zonas y elementos que pueden ser impactados por las actividades del proyecto. Para parámetros tales como los suelos, vegetación, clima, zonas de vida se ha tomado un área de influencia indirecta de ámbito regional.

Tomando en consideración esta información el área de influencia indirecta tiene una extensión de 21,367.37 ha, abarcando terrenos como el distrito de Yauli y a la Comunidad Campesina San Juan Bautista de Pachachaca.

3.2. CLIMA Y METEOROLOGÍA

El ámbito de estudio se encuentra en la margen derecha de parte alta de la gran cuenca del río Mantaro, abarcando en su totalidad la cuenca del río Yauli que descarga sus aguas al río Mantaro, a la altura de la ciudad de La Oroya. La temperatura media anual, la precipitación media anual y la evaporación tiene una distribución espacial asociada al nivel altitudinal, mostrando una relación inversa con respecto a la altitud. Se obtuvo que la temperatura promedio de la zona fue de 8.5°C, la precipitación de 809.9 mm, la evaporación de 1,266.1 mm y la humedad de 62%.

De acuerdo a los datos relacionados a la dirección del viento, se determinó que en promedio la velocidad del viento fluctúa entre 3.0 m/s y 2.2 m/s, con direcciones predominantes este y noreste, de los cuales la dirección este es la de mayor frecuencia.

3.3. CALIDAD DE AIRE

Para hacer las mediciones de partículas y gases en el ambiente se ubicaron seis estaciones de monitoreo, en la tabla siguiente se muestran sus coordenadas y en el plano siguiente la ubicación de las mismas:

Tabla 9 Ubicación de Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire

Descripción de Estaciones	Coordenadas UTM (PSAD 56)		Altitud (msnm)
	Norte	Este	
E-1 Frente a la Planta Concentradora Marh Tunel Poblado Manuel Montero Lote L	8,714,063	385,148	4,015
E-2 Frente a la Iglesia del Poblado Manuel Montero en el lote L	8,714,285	385,564	4,015
E-3 Limites del Poblado de Pachachaca	8,715,661	389,471	3,991
E-4 Lote A	8,715,038	389,747	3,960
E-5 Frente al Campamento Golf	8,718,328	377,716	4,397
E-6 Cerca de Campamento Empresa Contratista Consorcio Latino	8,718,208	378,170	4,395

El monitoreo de calidad de aire se realizó en tres períodos los cuales se indican a continuación:

- Primer Período : octubre 2006
- Segundo Período : diciembre 2006
- Tercer Período : marzo 2007

Los parámetros de calidad de aire que fueron monitoreados, son los considerados en los Estándares Nacionales de Calidad de Aire D.S. 074-2001-PCM y en los Niveles Máximos Permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero metalúrgicas R.M. N° 315-EM/VMM.

Los parámetros de calidad de aire medidos durante los dos períodos de monitoreo fueron:

- Partículas en suspensión (PM10)
- Partículas totales en suspensión (PTS)
- Dióxido de azufre (SO₂)
- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Sulfuro de hidrógeno (H₂S)
- Plomo (Pb)
- Arsénico (As)
- Hidrocarburos totales (HCT)
- Ozono (O₃)

Adicionalmente, se llevaron a cabo registros meteorológicos, cuyos parámetros fueron los siguientes:

- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.

- Precipitación.

Los resultados que se obtuvieron luego del monitoreo de calidad de aire fueron los siguientes: los niveles de concentración de partículas PM10, medidas en las seis estaciones de monitoreo, se encuentran por debajo del Estándar Nacional ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De la misma manera las concentraciones de partículas PTS en todas las estaciones muestreadas no superan el límite referencial de la NAAQS de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

El plomo y el arsénico en el aire se encuentran a nivel de trazas, cumplen con el estándar nacional para plomo ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), y con el estándar propuesto por el CONAM para arsénico de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ usado con fines de comparación. Los niveles medidos de gases CO y O₃ en las estaciones de monitoreo son menores a los estándares nacionales; sin embargo para el SO₂ y NO₂ la mayoría de las concentraciones, especialmente en el primer período de monitoreo (octubre 2006), no cumplen con los estándares nacionales.

En general, con excepción de las partículas que se levantan por tránsito vehicular en las carreteras afirmadas, labores en planta concentradora y en la actual relavera de la minera VOLCAN (las cuales son actividades puntuales), no existen fuentes antrópicas significativas de contaminación que puedan afectar la calidad ambiental del aire en el área del proyecto.

3.4. CALIDAD DE RUIDO

Para monitorear la calidad de ruido se realizó un programa de monitoreo de los niveles de ruido, este se realizó en tres períodos los cuales se indican a continuación:

- Primer Período : octubre 2006 (mediciones en los lotes A y L)
- Segundo Período : diciembre 2006 (mediciones en los lotes A y L)
- Tercer Período : marzo 2007 (mediciones cerca al Campamento Tuctu)

Las mediciones de niveles de ruido en el ambiente se llevaron a cabo en veinticuatro estaciones de monitoreo, de las cuales nueve pertenecen al lote L, ocho al lote A y siete estaciones en la antigua cancha de relaves cerca al campamento de Tuctu, la ubicación y coordenadas se muestra en las siguientes tabla y mapa:

Tabla 10 Ubicación de Estaciones y Fechas de Monitoreo Lote L

Descripción de las Estaciones	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM (PASSAD 56)		Altitud (msnm)
		Norte	Este	
P-01 Estación Hito N°6	Octubre y diciembre 2006	8,714,186	385,547	4,014
P-02 Estación Hito N°2	Octubre y diciembre 2006	8,714,025	385,142	4,019
P-03 Estación Hito N°1	Octubre y diciembre 2006	8,714,110	385,070	4,028
P-04 Estación Punto de Calidad de Aire E-1	Octubre y diciembre 2006	8,714,063	385,148	4,015
P-05 Frente a CEI N° 31776 en Marh Túnel	Octubre y diciembre 2006	8,714,134	384,974	4,012
P-06 Estación Hito N°7	Octubre y diciembre 2006	8,714,214	385,617	4,012
P-07 Estación Hito N°11	Octubre y diciembre 2006	8,714,327	385,808	4,013
P-08 Estación Hito N° 38	Octubre y diciembre 2006	8,714,833	387,056	3,997
P-09 Estación Hito N° 23	Octubre y diciembre 2006	8,714,628	386,634	3,997

Tabla 11 Ubicación de Estaciones y Fechas de Monitoreo LOTE A

Descripción de las Estaciones	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM (PASSAD 56)		Altitud (msnm)
		Norte	Este	
P-01 Plaza de Armas de Pachachaca	Octubre y diciembre 2006	8,715,818	389,136	4,003
P-02 Al Este del Poblado de Pachachaca	Octubre y diciembre 2006	8,715,586	389,818	3,980
P-03 Tranquera principal de acceso al Lote A	Octubre y diciembre 2006	8,715,110	391,187	3,945
P-04 A 150 m. de la Tranquera principal dentro del Lote A	Octubre y diciembre 2006	8,715,114	391,012	3,965
P-05 Cerca de bofedal natural	Octubre y diciembre 2006	8,714,990	390,648	3,962
P-06 Frente a torre de alta tensión N° 382	Octubre y diciembre 2006	8,714,923	390,181	3,988
P-07 Frente a torre de alta tensión N° 383	Octubre y diciembre 2006	8,714,944	389,910	3,980
P-08 Frente a torre de alta tensión N° 384	Octubre y diciembre 2006	8,714,970	389,583	3,995

Tabla 12 Ubicación de Estaciones y Fechas de Monitoreo Cerca al Campamento Tuctu

Descripción de las Estaciones	Fecha de Muestreo	Coordenadas UTM (PASSAD 56)		Altitud (msnm)
		Norte	Este	
P-01 Garita de Control del Campamento el Golf	7/3/2007	8,718,396	377,718	4,397
P-02 Antiguo almacén de CENTROMIN	7/3/2007	8,718,556	377,517	4,398
P-03 Garita Principal del Campamento Tuctu	7/3/2007	8,717,988	377,556	4,387
P-04 Estación Punto de Calidad de Aire E-5	7/3/2007	8 718 328	377,716	4,397
P-05 Campamento Contrata Consorcio Latino	7/3/2007	8,718,194	377,942	4,407
P-06 Al Este de Contrata Consorcio Latino	7/3/2007	8,718,230	378,156	4,380
P-07 A 400 m. al Oeste de la Laguna Huascacocha	7/3/2007	8,718,246	378,297	4,391

Los resultados que se obtuvieron de este programa de monitoreo de los niveles de ruido se resumen a continuación: los niveles de ruido obtenidos fueron comparados con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido para zonas de vivienda (60 dBA) y zona comercial (70 dBA). Se encontró que los resultados de los puntos de monitoreo fluctúan entre el rango de 68 dB(A) a 74 dB(A) sobre pasando ambos estándares. Se obtuvo en las estaciones del lote L los valores en el rango de 68,4 a 72,0 dB(A), en el lote A 68,3 a 72,7 dB(A) y en el área cerca del campamento en Tuctu 68,3 a 74,2 dB(A).

Entre los componentes que influenciaron la medición de ruido se tiene al tránsito de camionetas y vehículos pesados y las fuertes ráfagas de viento existentes en la zona.

3.5. GEOLOGÍA

El área de estudio está ubicada en la vertiente atlántica de la Cordillera Occidental Andina, entre 3,500 msnm y 4,500 msnm. El área consiste en territorio montañoso y de planicies aluviales, caracterizado por su particular desarrollo geohistórico, estructuras, altitud y litología. El relieve está conformado por una secuencia rocosa con dirección NO-SE que presenta complejas estructuras plegadas y falladas de rumbo esencialmente andino.

Se reconocen los efectos de dos ciclos tectónicos polifáticos. El ciclo hercínico causó el plegamiento y deformación de la secuencia paleozoica. El ciclo de sedimentación y tectónica andina ha contribuido a edificar el relieve andino, resultando en fajas de rocas mesozoicas y terciarias plegadas, predominantemente con ejes de dirección NO-SE.

Asimismo, la intrusión de cuerpos (stocks) del batolito andino ha contribuido a la complejidad estructural de la región.

Simultáneamente, los grandes esfuerzos tangenciales al eje principal de deformación originaron un fracturamiento mayor en la secuencia rocosa, dando lugar a un sistema de fallas regionales de dirección andina y a un intenso diaclasamiento de las capas rocosas.

Adicionalmente, existe un sistema de fallas menores de ocurrencia posterior que corta los pliegues y fallas anteriores con dirección NE-SO.

3.6. SISMICIDAD

El Perú se encuentra comprendido en una de las regiones de más alta actividad sísmica, formando parte del Cinturón Circumpacífico. En términos generales, el área de estudio se ubica en una región de alto riesgo sísmico con probabilidad de ocurrencia de sismos importantes. Según el mapa de distribución de máximas intensidades sísmica observadas publicado por J. Alva (1974), el área se emplaza en una región donde es posible que ocurran sismos con intensidades de VI en la escala de Mercalli Modificado.

3.7. GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio está ubicada en una cuenca fluvial de carácter torrencial, localizada en la margen derecha del río Yauli. Internamente, presenta varios torrentes secundarios que provienen de las cabeceras de la cuenca y que aportan sus aguas al cauce principal. Este se comporta como una unidad torrencial de fuertes avenidas fluviales durante la época de lluvias (diciembre a marzo) y bajos caudales durante la prolongada estación seca, factores que se incrementan debido a las pendientes y diferencias altitudinales existentes en el terreno.

Las unidades geomorfológicas son de origen agradacional y denudacional o una combinación de ambos. Las de origen agradacional están ubicadas en la planicie fluvio aluvial. Las de origen denudacional se ubican en las zonas montañosas, las cuales predominan en el área de estudio.

Planicies: Las planicies tienen distintos orígenes. En algunos casos, corresponden a depresiones rellenadas por depósitos aluviales y glaciales en

tiempos geológicos recientes. En las zonas altas, las planicies se deben tanto a rellenos recientes de origen glacial, como a la presencia de lavas en estratos subhorizontales que no han sido modificadas significativamente por la tectónica reciente. Adicionalmente, se tienen los rezagos llanos de la antigua superficie de erosión andina del terciario medio en las partes altas de los Andes. Se ha cartografiado cuatro unidades geomorfológicas en la planicie fluvio aluvial: lecho inundable, terrazas fluvio aluvial, altiplanicie fluvio glacial y altiplanicies ligeramente onduladas.

Montañas: Estas formas se caracterizan por presentar una topografía accidentada, con una energía mayor a 300 m medidos entre la cumbre y base de las elevaciones, además de presentar pendientes moderadas, empinadas y escarpadas. En las vertientes montañosas se ha cartografiado trece unidades geomorfológicas, las cuales se han diferenciado en función de la litología predominante (calizas, cuarcitas, lutitas y conglomerados), las fases por pendiente presentes y los procesos geodinámicos que ocurren en cada una de ellas.

3.8. SUELOS

En las zonas de los Lotes A y L, predomina como unidad edáfica dominante el Suelo Pachachaca, clasificado como el subgrupo Typic Ustifluvents, clasificado según la correlación FAO como Fluvisol. Involucra suelos de origen glacial y fluvio-glacial de litología variada, se encuentran en terrazas moderadamente inclinadas en ambos márgenes del río Yauli en el área de estudio. Los suelos denominados Pachachaca presentan un perfil tipo AC, estratificado, de espesor variable desde profundo a superficial.

Las características físicas, químicas y biológicas, de la unidad edáfica Pachachaca, permiten afirmar que presenta un nivel de fertilidad natural medio a bajo, con limitaciones desde el punto de vista físico, químico y climático, especialmente por las bajas temperaturas que limitan el desarrollo de las especies vegetales, limitando su potencial solo para pastos y cultivos criofílicos.

La clasificación interpretativa del estudio edáfico, para definir el potencial de uso de las tierras, permite indicar que se ha encontrado tres grupos de Uso Mayor, cuatro clases de capacidad de uso mayor y siete subclases de capacidad de uso mayor.

El lote A presenta tierras con baja calidad agrícola, pero aptas para cultivos en limpio con limitaciones por calidad de suelos y clima. De igual forma, presenta unidades de uso mayor asociadas con aptitud para explotación de pastos, de calidad agrológica media y tierras de protección, ambas unidades de uso mayor con limitaciones por calidad de suelos y aspectos climáticos que limitan la producción de especies vegetales. El lote L, se puede apreciar que principalmente involucra tierras con aptitud para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, la cual presenta limitaciones severas por calidad de suelos y clima.

3.9. HIDROLOGÍA

La caracterización hidrológica se efectuó tomando como unidad de análisis la red de drenaje de la sub-cuenca del río Yauli, tributario del río Mantaro, ubicada en la margen izquierda de la parte alta de dicha cuenca. Esta delimitación toma en cuenta la totalidad de la distribución espacial de los componentes del Proyecto,

incluyendo el depósito de lodos en Tuctu, rebasando ampliamente al área de influencia directa e indirecta.

Hidrográficamente, el ámbito de estudio comprende las áreas de la sub-cuenca del río Yauli propiamente dicho y la micro-cuenca del río Pucará (afluente por la margen izquierda). Ambos ríos se originan en las partes más altas de las cumbres y sus aguas incrementan a lo largo de su trayectoria debido a los aportes de las quebradas ubicadas en ambas márgenes, así como de las diversas lagunas naturales y reguladas. El área total de la sub-cuenca del río Yauli (incluyendo la micro-cuenca del río Pucará), asciende a 689 km² hasta la desembocadura en el río Mantaro. Esta sub-cuenca presenta un caudal promedio de 7.4 m³/seg. Aguas arriba de la Toma Cut-Off, el área de la cuenca asciende a 533 km², con un caudal promedio de 6.0 m³/seg (ONERN, 1980).

El principal uso de agua en el área de estudio corresponde al uso hidroenergético (uso no consuntivo) relacionado a la Central Hidroeléctrica Pachachaca y la Central Hidroeléctrica La Oroya, así como el uso minero. En la margen derecha del río Yauli, frente a la localidad de Pachachaca, también se utiliza pequeñas cantidades de agua (10 l/s) provenientes de la quebrada Janca para el riego de pastos.

3.10. HIDROGEOLOGÍA

La geología y geomorfología de la zona de Morococha condiciona la ocurrencia de aguas subterráneas principalmente a la existencia de rocas consolidadas. En el área de los trabajos mineros de Morococha hay predominancia

de rocas ígneas intrusivas y volcánicas (intrusivos Morococha y volcánicos Catalina) y rocas sedimentarias (Grupo Mitu y Pucará).

En el área de emplazamiento de la planta de tratamiento, se observaron flujos de agua subterránea leves a moderados asociados con los depósitos arenos gravosos durante la excavación de las calicatas efectuadas durante las investigaciones geotécnicas. Los límites de excavación de las calicatas fueron determinados por el hundimiento de las paredes de las mismas bajo el nivel freático aparente, el cual se encontró en un rango entre 1.3 m a 2.15 m de profundidad respecto a la superficie. La estimación del nivel freático efectuada mediante la excavación de las calicatas, fue corroborada por las observaciones realizadas durante el programa de perforación geotécnica, siendo la profundidad determinada por las mediciones de los piezómetros instalados durante las perforaciones.

3.11. RECARGA DEL SISTEMA DE AGUAS SUBTERRÁNEA

La cuantificación de la proporción de precipitación que se infiltra y recarga el sistema de subterráneo es compleja. La cantidad de recarga subterránea es una función de precipitación, evaporación y de la escorrentía. Se espera que la escorrentía sea alta debido a la presencia de una cubierta de roca de baja permeabilidad, la existencia de pendientes inclinadas y vegetación limitada.

Para el área de Morococha, de acuerdo con el análisis realizado por WMC, la recarga subterránea no es significativa durante la estación seca debido a la alta

evaporación potencial comparada con la precipitación. WMC estimó que la recarga subterránea anual no excede al 10% de la precipitación total anual (1997).

3.12. DESCARGA DEL SISTEMA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La construcción del Túnel Kingsmill ha modificado la dinámica de descarga natural del sistema de escurrimiento de aguas subterráneas en la zona de Morococha. La construcción del túnel ha drenado la masa de roca en los alrededores del túnel, lo que probablemente ha inducido escurrimientos de agua hacia el área del túnel. Principalmente en el área del Túnel Kingsmill se identifican dos categorías de fuentes de descarga de aguas subterráneas, los afluentes natural (discretos y difusos) y los afluentes mineros (continuos y controlados).

3.13. CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL

La calidad del agua superficial en la cuenca del río Yauli fue medida en dos periodos de monitoreo tomando un total de 20 puntos de muestreo de agua superficial y efluentes a lo largo de la cuenca, desde su nacimiento, hasta la confluencia con el río Mantaro.

Adicionalmente, se realizó un tercer periodo de monitoreo en la zona de disposición de lodos (Tuctu), tomando muestras de 3 estaciones de monitoreo. Las estaciones de monitoreo se separaron y analizaron por sectores.

3.14. EFLUENTES - TÚNEL KINGSMILL

Las aguas del Túnel Kingsmill son ácidas, con las siguientes características:

- Un pH promedio de 4.5 y un valor mínimo de 3.45 (estación K-01). El pH aumenta al momento de la descarga al río Yauli (estación K-02) con niveles de hasta 6.39, debido a la adición de agua fresca y otros efluentes a su paso por las instalaciones industriales de Mahr Túnel.
- La temperatura del efluente es exactamente 5°C mayor que la temperatura del cuerpo receptor, cumpliendo el límite recomendado por el Banco Mundial (BM).
- Las concentraciones de cianuro, fenoles, aceites y grasas registradas se encuentran por debajo de los estándares comparativos.
- Las concentraciones promedio de sólidos suspendidos fueron de 195.7 mg/L (K-01) y 180 mg/L (K-02).
- El efluente es una importante fuente de metales aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc. En todos estos parámetros se superan los estándares o límites de referencia en la fase total y disuelta respectivamente.

3.14.1. Río Pomacocha

La cuenca del río Yauli nace en la laguna Pomacocha (PO-01), a 4,278 msnm. Parte de las aguas de la laguna son separadas para la generación de energía eléctrica y otra parte sigue su curso natural aguas abajo hasta su confluencia con las quebradas Ayamachay y Rumichaca. Las características de la calidad del agua en este sector son:

- Presentan niveles promedio de pH básicos, con un mínimo de 7.84 en la estación PO-02
- Las conductividades promedio varían entre 321.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PO-01) hasta 781 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PO-02)
- La presencia de sólidos suspendidos en las aguas del río y laguna Pomacocha es baja, teniéndose en general aguas claras. La estación PO-03 presentó un valor alto de concentración de sólidos (101 mg/L) debido a que en este punto, el río Pomacocha ha recibido el aporte de la quebrada Ayamachay.
- Los resultados de los análisis no detectaron concentraciones de cianuros, aceites y grasas y sulfuros en ambos periodos de monitoreo.
- El sector presenta bajas concentraciones de metales, las cuales se incrementan en algunos parámetros luego de la confluencia con las quebradas Ayamachay y Rumichaca.
- Los valores promedio de hierro se incrementan aguas abajo desde la laguna Pomacocha (0.0695 mg/L) hasta la estación PO-03 (6.22 mg/L),

este notorio incremento se debe a la influencia de la quebrada Ayamachay sobre la calidad del agua del río Pomacocha.

- Las concentraciones de manganeso en las aguas de la laguna y río Pomacocha presentan valores promedio de 0.03 mg/L en las estaciones PO-01 y PO-02. La estación PO-03, que presenta un fuerte influencia de la quebrada Ayamachay, presenta un valor promedio de 9.7 mg/L y un máximo de 11.2 mg/L en el mes de diciembre. Los valores de la estación PO-03 se encuentran por encima de las referencias citadas.
- Las concentraciones de níquel en la estación PO-03 presenta un promedio de 0.0199 mg/L y un valor máximo de 0.021 mg/L en el mes de diciembre, valores que se encuentran por encima del estándar de la Clase III de la LGA (0.002 mg/L).
- El promedio de los valores de plomo fue de 0.134 mg/L y el máximo registro fue de 0.179 mg/L, los valores se encuentran por encima del estándar de la LGA para la Clase III (0.1 mg/L).

3.14.2. Río Yauli Aguas Arriba del Efluente

Luego de la confluencia del río Pomacocha con las quebradas Ayamachay y Rumichaca, el río Yauli sigue su curso aguas abajo pasando por la planta concentradora Carahuacra de Volcan, el distrito de Yauli y Mahr Túnel antes de la descarga de las aguas del Túnel Kingsmill, límite de esta zona de estudio en la estación Y-03.

- Las aguas de este sector presentan niveles promedio de pH básicos, con un mínimo de 8.04 en la estación Y-01 y un máximo de 8.34 en la estación Y-02.
- Las conductividades promedio en este sector presentan un valor máximo en el mes de octubre de 1500.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la estación Y-01, valor que denota la influencia de actividades humanas sobre las características del agua en el río Yauli.
- La estación Y-01 presentó el valor promedio más alto (82.5 mg/L) y también el valor máximo (114 mg/L) para el mes de octubre.
- Las concentraciones de nitrato en el río Yauli se encuentran por encima de los estándares de agua de riego (0.1 mg/L). Los aportes de nitratos de la parte alta se deben sumar a la adición de aguas residuales domésticas.
- Las concentraciones de cianuro total detectadas en el río Yauli superan el estándar de calidad para la Clase III de la LGA.
- Las concentraciones de manganeso presentan valores promedio entre 25.75 mg/L (Y-02) hasta 49.9 mg/L (Y-01), el comportamiento de la concentración de manganeso es difícil de determinar, ésta aumenta en la estación Y-03 hasta 38.75 mg/L.
- Las concentraciones de níquel en las estaciones presentan valores por encima del estándar de la LGA para la Clase III (0.002 mg/L).

3.14.3. Río Yauli Aguas Abajo del Efluente

Aguas abajo de la estación Y-03 se encuentra la descarga del Túnel Kingsmill, la cual genera un aporte muy importante en volumen y en elementos contaminantes, el sector ha sido delimitado desde la estación Y-04, aguas abajo de la confluencia con el efluente, hasta la estación Y-06, lugar donde las aguas son tomadas para generación hidroenergética.

- Las aguas de este sector presentan niveles promedio más bajos de pH, el cual se reduce a niveles entre 6.61 (Y-05) y 7.68 (Y-04) debido a la influencia de las aguas del Túnel Kingsmill.
- Las conductividades promedio varían entre 119 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Y-06) hasta 1510 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Y-05)
- El aumento en la concentración de sólidos aguas abajo de la zona de mezcla es muy significativo, debido al aporte de sedimentos del efluente. Las concentraciones promedio de STS evolucionan de 68 mg/L en la estación Y-04 a 324.5 mg/L en la estación Y-06.
- Las concentraciones promedio de cianuro registradas superan el estándar de la LGA para aguas de regadío, el valor mayor se presenta en la estación Y-04 (0.145 mg/L).
- Las concentraciones de nitrato en el río Yauli se encuentran por encima de los estándares de agua de riego (0.1 mg/L).
- Los valores promedio de arsénico registrados se encuentran por encima del estándar de la LGA para los uso agrícola (0.2 mg/L) en la estación Y-05. El mayor valor registrado fue de 0.514 mg/L en el mes de diciembre.

- Las concentraciones de cobre reportadas superan el valor estándar de la LGA (0.5 mg/L). El mayor valor registrado se presentó en la estación Y-05 (2.32 mg/L) en el mes de octubre.

CAPITULO IV

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Las actividades del proyecto van a generar diversos impactos sobre el medio físico y biológico en las diferentes etapas como son las de construcción, operación y cierre.

Para elaborar las matrices fue necesario identificar las actividades en cada etapa del proyecto, y estas se presentan a continuación:

4.1.1. Etapa de Construcción

- Transporte de personal, materiales, equipos, maquinarias y residuos (peligrosos y no peligrosos) dentro de las rutas de acceso.
- Preparación del terreno donde estará ubicada la planta de tratamiento, esta actividad comprenderá el movimiento de tierras y la nivelación del terreno.

- Construcción e instalación de estructuras en la planta de tratamiento.
- Preparación del terreno donde estarán ubicados los depósitos de lodos en la zona de Tuctu, esto comprenderá el movimiento de tierras, nivelación y acondicionamiento del terreno.
- Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.

4.1.2. Etapa de Operación

- Sistemas de bombeo y líneas de conducción del efluente dentro de la planta de tratamiento.
- Manejo de reactivos, los reactivos que van a ser usados en el proceso de tratamiento de aguas van a ser cal y floculante.
- Operación de la planta de tratamiento y descarga del efluente tratado.
- Transporte y almacenamiento de materiales e insumos.
- Disposición final de lodos a la zona de depósitos de Tuctu.
- Manejo de residuos domésticos e industriales y manejo de efluentes domésticos.

4.1.3. Etapa de Cierre

- Desmantelamiento de equipos y cierre de instalaciones.
- Demolición de estructuras.
- Transporte de personal, materiales, equipos, maquinarias.
- Rehabilitación y restablecimiento de la topografía del terreno.
- Cierre de los depósitos ubicados en la zona de Tuctu.
- Revegetación de las zonas utilizadas en el proyecto.

La técnica a emplear para la identificación, es usar una matriz de doble entrada donde se contrastan los Aspectos e Impactos Ambientales vs. Características de evaluación por Medio Afectado.

A continuación se muestran las matrices que contienen el sumario de identificación de impactos ambientales para las etapas de construcción, operación y cierre que involucran el proyecto de la planta de tratamiento del Túnel Kingsmill:

Tabla 13 Matriz de Identificación de Impactos en la Etapa de Construcción

Actividad Primaria	Actividad Secundaria	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales		Características						Medio Afectado					
			N°	Descripción	Situación	Acción	Impacto	Frecuencia	Extensión	Reversibilidad	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	
Construcción de la Planta de Tratamiento	Transporte de personal, materiales, equipos, maquinarias y residuos (peligrosos y no peligrosos) dentro de las rutas de acceso	Combustión en motores de vehículos	1	Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X					
		Tránsito de vehículos	2	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
			3	Molestias por ruido	N	D	-	P	L	S						X
			4	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S						X
			5	Alteración del suelo	N	D	-	P	L	S			X	X		
	Preparación del terreno donde estará ubicada la planta de tratamiento, esta actividad comprenderá el movimiento de tierras y la nivelación del terreno	Combustión en motores de vehículos	6	Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X					
		Operación de equipo pesado para movimiento de tierras	7	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
			8	Contaminación de ruido	N	D	-	P	L	S						X
			9	Alteración del suelo	N	D	-	C	L	S			X	X		
			10	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S						X
		Movimiento de tierras	11	Alteración del paisaje	N	D	-	C	L	S						
			12	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
			13	Deterioro de la calidad del agua en el río	N	D	-	P	L	S		X				
			14	Erosión y sedimentación del suelo	N	D	-	C	L	N			X			
		Habilitación de Accesos	15	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S					X	
			16	Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X					
			17	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
			18	Contaminación de ruido	N	D	-	P	L	S						X
	Construcción e instalación de estructuras en la planta de tratamiento	Acondicionamiento de estructuras	19	Contaminación de ruido y vibración	N	D	-	P	L	S					X	
			20	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X	
			21	Disminución de la napa freática	A	D	-	P	L	S		X				
		Instalación de equipos	22	Contaminación de ruido y vibración	N	D	-	P	L	S					X	
			23	Alteración del suelo	N	D	-	P	L	S			X	X		
	Preparación del terreno donde estarán ubicados los depósitos de lodos en la zona de Tuctu, esto comprenderá el movimiento de tierras, nivelación y acondicionamiento del terreno	Combustión en motores de vehículos	24	Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X					
		Operación de equipo pesado para movimiento de tierras	25	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
			26	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X	
			27	Alteración del suelo	N	D	-	P	L	S			X	X		
			28	Alteración del paisaje	N	D	-	P	L	S						
		Movimiento de tierras	29	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
			30	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X	
			31	Erosión y sedimentación del suelo	N	D	-	P	L	N			X			
		32	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S					X		
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha	Operación de equipos y maquinarias	33	Contaminación de ruido	N	D	-	P	L	S					X	
			34	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X	
			35	Contaminación por vibración	N	D	-	P	L	S					X	
			36	Disminución de la napa freática	N	D	-	P	L	S		X				

Tabla 14 Matriz de Identificación de los Impactos en la Etapa de Operación

Actividad Primaria	Actividad Secundaria	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales		Características						Medio Afectado				
			Nº	Descripción	Situación	Acción	Impacto	Frecuencia	Extensión	Reversibilidad	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna
Operación	Sistemas de bombeo y líneas de conducción del efluente dentro de la planta de tratamiento.	Operación de bombas	37	Contaminación de ruido	N	D	-	P	L	S					X
			38	Contaminación por vibración	N	D	-	P	L	S					X
			39	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X
	Manejo de reactivos, los reactivos que van a ser usados son cal y floculante	Manipulación y almacenamiento	40	Contaminación del aire por material particulado	N	D	-	P	L	S	X				
			41	Alteración del suelo	N	D	-	P	L	S			X	X	
			42	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S				X	
	Operación de la planta de tratamiento	Proceso de tratamiento de agua	43	Contaminación de ruido	N	D	-	P	L	S					X
			44	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X
		Descarga del agua tratada	45	Mejora de la calidad del agua	N	D	+	P	R	S		X			
			46	Erosión y sedimentación del suelo	N	D	-	C	L	S			X		
	Disposición final de lodos a la zona de depósitos de Tuctu	Carguío y transporte de lodos secos	47	Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X				
			48	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X				
		Disposición de lodos	49	Alteración del suelo	N	D	-	P	L	S			X	X	
			50	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X				
	Manejo de residuos domésticos e industriales y de efluentes domésticos	Transporte de residuos sólidos	51	Alteración del paisaje	N	D	-	P	L	S					
52			Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X					
53		Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X						
Operación de pozos sépticos		54	Contaminación del aire por malos olores	N	D	-	C	L	S	X					
		55	Contaminación de agua superficial	A	D	-	P	L	S		X				

Tabla 15 Matriz de Identificación de Impactos en la Etapa de Cierre

Actividad Primaria	Actividad Secundaria	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales		Características						Medio Afectado						
			N°	Descripción	Situación	Acción	Impacto	Frecuencia	Extensión	Reversibilidad	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna		
Cierre	Desmantelamiento de equipos y cierre de instalaciones	Desmantelamiento de equipos	56	Contaminación de ruido	N	D	-	P	L	S					X		
			57	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X		
			58	Contaminación del aire por material particulado	N	D	-	P	L	S	X						
			59	Deterioro de la calidad del agua en el río	N	D	-	P	L	S		X					
			60	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S				X			
		Cierre de instalaciones	61	Alteración del paisaje	N	D	-	P	L	S							
			62	Contaminación del aire por material particulado	N	D	-	P	L	S	X						
			63	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S				X			
			Demolición de estructuras y cimientos	Trabajos de demolición	64	Contaminación de ruido	N	D	-	C	L	S					X
					65	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X
	66	Contaminación del aire por material particulado			N	D	-	P	L	S	X						
	67	Deterioro de la calidad del agua en el río			N	D	-	P	L	S		X					
	68	Contaminación por vibración			N	D	-	C	L	S					X		
	69	Alteración de la flora			N	D	-	C	L	S				X			
	Rehabilitación y restablecimiento de la topografía del terreno	Movimiento de tierras	71	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X						
			72	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X		
			73	Erosión y sedimentación del suelo	N	D	-	C	L	S			X				
			74	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S				X			
		Re-conformación del terreno	75	Alteración del paisaje	N	D	-	P	L	S							
			76	Alteración de la flora	N	D	-	P	L	S				X			
Transporte de personal, materiales, equipos, maquinarias			Transito de vehículos	77	Contaminación del aire por gases de combustión	N	D	-	P	L	S	X					
				78	Contaminación del aire por polvo	N	D	-	P	L	S	X					
	79	Molestias por ruido		N	D	-	P	L	S					X			
	80	Alejamiento temporal de la fauna		N	D	-	P	L	S					X			
	81	Alteración del suelo		N	D	-	P	L	S			X	X				
Cierre de los depósitos ubicados en la zona de Tuctu	Cierre de depósitos	82	Molestias por ruido	N	D	-	P	L	S					X			
		83	Alejamiento temporal de la fauna	N	D	-	P	L	S					X			
		84	Mejora de la calidad de suelos	N	D	+	C	L	S			X	X				
Re-vegetación de las zonas utilizadas en el proyecto	Trabajos de re-vegetación	85	Mejora de la calidad de suelos	N	D	+	C	L	S			X	X				
		86	Mejora de la flora	N	I	+	C	L	S				X				
		87	Mejora del paisaje	N	D	+	C	L	S								
		88	Mejora la fauna	N	I	+	C	L	S					X			

Leyenda: (N) NORMAL, (A) ANORMAL, (E) EMERGENCIA, (D) DIRECTO, (I) INDIRECTO, (+) POSITIVO, (-) NEGATIVO, (i) IRREGULAR, (c) CONTINUO, (p) PERIODICO, (L) LOCAL, (R) REGIONAL, (s) SI, (n) NO

4.2. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación de los impactos ambientales generados por las diferentes actividades del proyecto se ha visto por conveniente aplicar unas matrices de doble entrada donde vamos a contrastar los Aspectos e Impactos Ambientales vs. Criterios de Evaluación. Para hacer la evaluación de los impactos ambientales en el proyecto, se han considerado los siguientes criterios de evaluación:

4.2.1. Regulación específica existente

Este criterio evalúa si hay una legislación vigente sobre el impacto que se genera por las actividades del proyecto. Por la regulación específica existente se le dará un puntaje como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16 Valorización para Legislación Específica Existente

Criterio	Puntaje
No hay legislación específica vigente	0
Hay legislación específica vigente	5

4.2.2. Frecuencia y Duración

La frecuencia y duración establecen el periodo de tiempo y la regularidad en que las actividades del proyecto generan impactos ambientales. El puntaje para la frecuencia y duración se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17 Valorización para Frecuencia y Duración

Criterio	Puntaje
Impredecible en el tiempo (irregular), de corta duración	1
Impredecible en el tiempo (irregular), de mediana duración	2
Impredecible en el tiempo (irregular), de larga duración	3
Cíclico o recurrente (periódico) de corta duración	2
Cíclico o recurrente (periódico) de mediana duración	3
Cíclico o recurrente (periódico) de larga duración	4
Constante en el tiempo (continuo) de corta duración	3
Constante en el tiempo (continuo) de mediana duración	4
Constante en el tiempo (continuo) de larga duración	5

4.2.3. Intensidad del Impacto Ambiental

Este criterio establece la intensidad con la que se manifiesta el impacto sobre el medio afectado por las actividades del proyecto. El puntaje de la intensidad del impacto ambiental se muestra a continuación:

Tabla 18 Valorización del Impacto Ambiental

Criterio	Puntaje
El impacto es no significativo	0
Afecta levemente alguno de los campos ambientales	1
Afecta levemente dos o más campos ambientales	2
Tiene un impacto considerable sobre uno de los campos ambientales	3
Tiene un impacto considerable sobre dos o más campos ambientales	4
El impacto pone en riesgo el ecosistema o recurso natural del área.	5

4.2.4. Extensión del Impacto Ambiental

El criterio de la extensión define el alcance espacial del impacto ambiental. El puntaje dado para el tipo extensión se da en la siguiente tabla:

Tabla 19 Valorización de la Extensión del Impacto Ambiental

Criterio	Puntaje
No hay impacto	0
El impacto es insignificante (no significativo)	1
Daño o impacto de significancia local menor	2
Daño o impacto de significancia local mayor	3
Daño o impacto de significancia nacional	4
Daño o impacto de significancia internacional	5

4.2.5. Permanencia y Reversibilidad

La permanencia y reversibilidad nos indica la duración y si los impactos producidos son reversibles, es decir si pueden volver a un estado o situación similar a la inicial dentro de un cierto periodo. El puntaje para la permanencia y reversibilidad se muestra en la tabla:

Tabla 20 Valorización de la Permanencia y Reversibilidad

Criterio	Puntaje
No hay daño	0
Daño de corta duración (< 1 día) totalmente reversible en 1 semana	1
Daño de corta duración (< 1 día) totalmente reversible en un año	2
Daño de media duración (< 1 estación) totalmente reversible en 10 años	3
Daño de larga duración (> 1 estación) totalmente reversible eventualmente	4
Daño de larga duración irreversible	5

4.2.6. Sensibilidad Pública y de Prensa

La sensibilidad pública y de prensa mide la repercusión del impacto en la población dentro de un alcance espacial. El puntaje se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21 Valorización de la Sensibilidad Pública y de Prensa

Criterio	Puntaje
No hay preocupación del público	0
Preocupación pública limitada, en general no hay preocupación local	1
Preocupación pública limitada, en general y local	2
Preocupación pública limitada en general pero mayor desde el punto de vista local	3
Preocupación en general y tema de importancia local, la reputación de la Compañía en juego.	4
Preocupación extensiva local y general, serios daños a la reputación de la compañía.	5

4.2.7. Significancia Económica

La significancia económica mide el costo por causa del impacto sobre el medio afectado por las actividades del proyecto. El puntaje para la significancia económica se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22 Valorización de la Significancia Económica

Criterio	Puntaje
Costo insignificante	0
Costo bajo	1
Costo moderado	3
Costo Alto	5

4.2.8. Puntaje

Es el valor que se obtiene para evaluar su significancia:

$$P = R + (F \times \text{Max (I, E, P1, S o SE)})$$

Donde:

P: Es el puntaje a calcular

R: Regulación específica

F: Frecuencia / Duración

Max (I, E, P1, S o SE): Es el valor mayor de lo siguiente:

I: Intensidad

E: Extensión

P1: Permanencia y reversibilidad

S: Sensibilidad pública y de prensa

SE: Significancia económica

4.2.9. Significancia

La significancia define la importancia de cada impacto ambiental que ha sido identificado en el proyecto. La escala para medir la significancia se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23 Valorización de la Significancia

Prioridad / Significancia	Puntaje
No significativa (NS)	1 – 4
Baja (B)	5- 14
Media (M)	15 – 22
Alta (A)	23 – 30

4.3. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Se evalúan los aspectos e impactos ambientales para actividad del proyecto dándole un puntaje a cada criterio que va ser evaluado, obteniendo así un grado de significancia para cada impacto ambiental. A continuación se muestran las matrices evaluando los impactos generados en cada etapa del proyecto:

Tabla 24 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales en la Etapa de Construcción

Actividad Primaria	Actividad Secundaria	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales		Regulación Específica	Frecuencia/ Duración	Consecuencias					Puntaje	Grado de Significancia	Manejo Ambiental		
							Ambientales			Comerciales				Prevención	Mitigación	Control
							Impacto Ambiental	Extensión	Permanencia y Reversibilidad	Sensibilidad Pública y Prensa	Significancia Económica					
Construcción de la Planta de Tratamiento	Transporte de personal, materiales, equipos, maquinarias y residuos (peligrosos y no peligrosos) dentro de las rutas de acceso	Combustión en motores de vehículos	1	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X	X
			2	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X	X
		Transito de vehículos	3	Molestias por ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			4	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			5	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
	Preparación del terreno donde estará ubicada la planta de tratamiento, esta actividad comprenderá el movimiento de tierras y la nivelación del terreno	Combustión en motores de vehículos	6	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		1	1	1	0	9	B	X	X
			7	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X	X
		Operación de equipo pesado para movimiento de tierras	8	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			9	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			10	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			11	Alteración del paisaje	0	3	3		2	5	1	1	15	M	X	X
		Movimiento de tierras	12	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X	X
			13	Deterioro de la calidad del agua en el río	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X	X
			14	Erosión y sedimentación del suelo	5	3	3		4	4	2	0	17	M	X	X
			15	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
		Habilitación de Accesos	16	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X	X
			17	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X	X
			18	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
	Construcción e instalación de estructuras en la planta de tratamiento	Acondicionamiento de estructuras	19	Contaminación de ruido y vibración	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			20	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			21	Disminución de la napa freática	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
		Instalación de equipos	22	Contaminación de ruido y vibración	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			23	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
	Preparación del terreno donde estarán ubicados los depósitos de lodos en la zona de Tuctu	Combustión en motores de vehículos	24	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X	X
			25	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X	X
		Operación de equipo pesado para movimiento de tierras	26	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			27	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			28	Alteración del paisaje	0	3	3		2	5	1	1	15	M	X	X
		Movimiento de tierras	29	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X	X
			30	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X	X
			31	Erosión y sedimentación del suelo	5	3	3		4	4	2	0	17	M	X	X

			32	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha	Operación de equipos y maquinarias	33	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
34			Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X	
35			Contaminación por vibración	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X	
36			Disminución de la napa freática	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X	

Tabla 25 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales en la Etapa de Operación

Actividad Primaria	Actividad Secundaria	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales		Regulación Específica	Frecuencia/ Duración	Consecuencias					Puntaje	Grado de Significancia	Manejo Ambiental			
							Ambientales			Comerciales				Prevención	Mitigación	Control	
							Impacto Ambiental	Extensión	Permanencia y Reversibilidad	Sensibilidad Pública y Prensa	Significancia Económica						
																	-
Operación	Sistemas de bombeo y líneas de conducción del efluente dentro de la planta de tratamiento.	Operación de bombas	37	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			38	Contaminación por vibración	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			39	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
	Manejo de reactivos, los reactivos que van a ser usados son cal y floculante	Manipulación y almacenamiento	40	Contaminación del aire por material particulado	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X
			41	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			42	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
	Operación de la planta de tratamiento	Proceso de tratamiento de agua	43	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			44	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
		Descarga del agua tratada	45	Mejora de la calidad del agua	5	2		3	2	1	1	1	11	B			
	46		Erosión y sedimentación del suelo	5	3	3		4	4	2	0	17	M	X		X	
	Disposición final de lodos a la zona de depósitos de Tuctu	Carguío y transporte de lodos secos	47	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X		X
			48	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X
		Disposición de lodos	49	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
	50		Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X	
	51		Alteración del paisaje	0	3	3		2	5	1	1	15	M	X		X	
Manejo de residuos domésticos e industriales y de efluentes domésticos	Transporte de residuos sólidos	52	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X		X	
		53	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X	
	Operación de pozos sépticos	54	Contaminación del aire por malos olores	0	2	1		1	1	1	0	2	NS	X		X	
		55	Contaminación de agua superficial	5	2	1		1		1	0	7	B	X		X	

Tabla 26 Matriz de Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales en la Etapa de Cierre

Actividad Primaria	Actividad Secundaria	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales		Regulación Específica	Frecuencia/ Duración	Consecuencias					Puntaje	Grado de Significancia	Manejo Ambiental			
							Ambientales			Comerciales				Prevención	Mitigación	Control	
							Impacto Ambiental	Extensión	Permanencia y Reversibilidad	Sensibilidad Pública y Prensa	Significancia Económica						
																	-
Cierre	Desmantelamiento de equipos y cierre de instalaciones	Desmantelamiento de equipos	56	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			57	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			58	Contaminación del aire por material particulado	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X
			59	Deterioro de la calidad del agua en el río	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			60	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
		Cierre de instalaciones	61	Alteración del paisaje	0	3	3		2	5	1	1	15	M	X		X
			62	Contaminación del aire por material particulado	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X
			63	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
	Demolición de estructuras y cimientos	Trabajos de demolición	64	Contaminación de ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			65	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			66	Contaminación del aire por material particulado	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X
			67	Deterioro de la calidad del agua en el río	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			68	Contaminación por vibración	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			69	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			70	Alteración del paisaje	0	3	3		2	5	1	1	15	M	X		X
	Rehabilitación y restablecimiento de la topografía del terreno	Movimiento de tierras	71	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X
			72	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
			73	Erosión y sedimentación del suelo	5	3	3		4	4	2	0	17	M	X		X
			74	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
		Re-conformación del terreno	75	Alteración del paisaje	0	3	3		2	5	1	1	15	M	X		X
			76	Alteración de la flora	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
Transporte de personal, materiales, equipos, maquinarias	Combustión en motores de vehículos	77	Contaminación del aire por gases de combustión	5	2	2		2	1	1	0	9	B	X		X	
	Transito de vehículos	78	Contaminación del aire por polvo	0	2	2		1	1	0	0	4	NS	X		X	
		79	Molestias por ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X	
		80	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X	
		81	Alteración del suelo	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X	

Cierre de los depósitos ubicados en la zona de Tuctu	Cierre de depósitos	82	Molestias por ruido	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
		83	Alejamiento temporal de la fauna	5	2	1		1	1	1	0	7	B	X		X
		84	Mejora de la calidad de suelos	5	2		1	1	1	1	0	7	B	X		X
Re-vegetación de las zonas utilizadas en el proyecto	Trabajos de re-vegetación	85	Mejora de la calidad de suelos	5	2		1	1	1	1	0	7	B	X		X
		86	Mejora de la flora	5	2		1	1	1	1	0	7	B	X		X
		87	Mejora del paisaje	5	2		1	1	1	1	0	7	B	X		X
		88	Mejora la fauna	5	2		1	1	1	1	0	7	B	X		X

CONCLUSIONES

- En la etapa de construcción, operación y cierre la calidad del aire va ser afectada pero el impacto a generarse es de baja significancia ya que según el análisis se observó que presenta una extensión puntual, es de efecto directo, de corta duración y es reversible ya que se pueden tomar medidas de mitigación para que el medio ambiente vuelva a su estado inicial.
- La calidad del ruido durante las etapas de construcción, operación y cierre, tomando medidas de mitigación como uso de silenciadores y mantenimiento preventivo, tendrá una baja significancia ya que por tener una extensión puntual, su duración temporal y su capacidad reversible al eliminar la fuente de ruido el ambiente vuelve a su estado inicial.
- El impacto en la calidad y cantidad de suelo durante el proyecto se va a considerar de un impacto moderado ya que es de extensión puntual, de efecto temporal pero de un impacto irreversible porque el terreno afectado no podrá volver a su estado inicial.

- La calidad del agua va tener un impacto significativo positivo a partir de la etapa de operación, el agua cumplirá con los criterios de descarga recomendados por las autoridades y de esta manera el cuerpo receptor mantendrá la calidad deseada así cumplirá con la meta de este proyecto.
- La topografía y la visual de este proyecto tendrá un impacto significativo moderado porque es de efecto puntual pero irreversible debido a que se modificará las formas del terreno.
- El impacto sobre la flora y la fauna durante la vida del proyecto tendrá una significancia baja porque se observa que tiene una extensión puntual, es de corto plazo y es parcialmente reversible.

BIBLIOGRAFIA

- AMEC, Resumen Ejecutivo del Estudio de Factibilidad y Evaluación Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Acidas del Túnel Kingsmill, Agosto 2007.
- CESAP Ing. Edmundo Arroyo Benites, Gestión Ambiental y Evaluación Ambiental Modulo II.
- CESAP Ing. Bertha Olarte Navarro, Gestión Ambiental y Evaluación Ambiental Modulo III.
- OROZCO B. Carmen, PÉREZ S. Antonio, GONZÁLES D. Antonio, RODRÍGUEZ V. Francisco, ALFAYATE B. José (2003). Contaminación Ambiental – Una visión desde la Química. Departamento de Química, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos.
- ECHAVE José, DIEZ Alejandro, LUDWIG Huber, REVES Bruno, RICARD Xavier, TANAKA Martin (2009). Minería y Conflicto Social. Publicado por

el Centro de Investigación Económica y Social - CIES, el Instituto de Estudios Peruanos - IEP, el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado - CIPCA, y el Centro Bartolomé de las Casas – CBC.

ANEXOS

Tabla 27 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua

Estación	Ubicación		Descripción
	Norte	Este	
Y-01	8,709,488	381,574	Río Yauli, Aguas debajo de operaciones de Carahuacra y descarga del Tunel Victoria-Volcan
Y-02	8,712,186	383,605	Río Yauli, Aguas debajo del poblado Yauli
Y-03	8,714,069	385,050	Río Yauli, ante de descarga del Túnel kingsmill (100 m.)
K-01	8,714,176	384,570	Boca del Tunel Kingsmill
K-02	8,714,060	385,043	Descarga Tunel Kingsmill al río Yauli
Y-04	8,714,210	385,163	Río Yauli, 200 m de descarga, zona de mezcla
Y-05	8,714,321	385,515	Río Yauli, aguas abajo Y-04, antes de Pachachaca
Y-06	8,714,250	385,205	Río Yauli, 50 m aguas arriba de Cut Off

Tabla 28 Resultados de Muestra de Agua en el Efluente

Parámetro	Unidades	Estaciones de Monitoreo	
		Y-04	Y-05
Parámetro de Campo			
Temperatura	°C	14.5	14.6
pH	u.e.	4.54	6.04
Eh	mV	153	74
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.2	5.09
Conductividad Especifica	µS/cm	2202	1836
Salinidad	ppt	1.3	1.2
Parametros Fisicoquimicos			
Alcalinidad Total	mg CaCO3/L	N.D.	N.D.
Dureza	mg CaCO3/L	1409.1	1314.7
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2292.33	2107
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	195.67	180
Parametros Inorganicos			
Cloruro	mg/L	3.1	2.25
Fluoruro	mg/L	1.68	1.335
Sulfato	mg/L	1614.33	1527
Sulfuro	mg/L	N.D.	N.D.
Cianuro Total	mg/L	N.D.	0.026
Cianuro WAD	mg/L	N.D.	0.019
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0.16	0.18
Nitrógeno Nitrateo	mg/L	0.154	0.1455
Nitrógeno Nitrito	mg/L	N.D.	N.D.
Aceites y Grasas	mg/L	N.D.	N.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5	4
Fenoles	mg/L	N.D.	N.D.
Metales Totales			
Mercurio (Hg)	mg/L	N.D.	N.D.
Aluminio (Al)	mg/L	5.32	3.46
Arsénico (As)	mg/L	1.275	0.848
Bario (Ba)	mg/L	0.0292	0.0411
Boro (B)	mg/L	0.2	0.19
Cadmio (Cd)	mg/L	0.1071	0.0722
Calcio (Ca)	mg/L	403	381
Cromo (Cr)	mg/L	N.D.	N.D.
Cobalto (Co)	mg/L	0.0607	0.0467
Cobre (Cu)	mg/L	7.17	3.82
Fierro (Fe)	mg/L	93.4	74.1
Plomo (Pb)	mg/L	0.223	0.571
Magnesio (Mg)	mg/L	74.5	67.1

Parámetro	Unidades	Estaciones de Monitoreo	
		Y-04	Y-05
Manganeso (Mn)	mg/L	41.9	33
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.00375	0.00452
Níquel (Ni)	mg/L	0.032	0.0242
Fósforo (P)	mg/L	N.D.	N.D.
Potasio (K)	mg/L	3	3.5
Selenio (Se)	mg/L	N.D.	N.D.
Sílice (SiO ₂)	mg/L	9.16	8.81
Plata (Ag)	mg/L	0.00139	0.00326
Sodio (Na)	mg/L	6.8	6.8
Zinc (Zn)	mg/L	44.4	32.3
Metales Disueltos			
Mercurio (Hg)	mg/L	N.D.	N.D.
Aluminio (Al)	mg/L	4.74	2.64
Arsénico (As)	mg/L	0.2153	0.4093
Bario (Ba)	mg/L	0.0137	0.0155
Boro (B)	mg/L	0.22	0.19
Cadmio (Cd)	mg/L	0.1051	0.0725
Calcio (Ca)	mg/L	353	377
Cromo (Cr)	mg/L	N.D.	N.D.
Cobalto (Co)	mg/L	0.0576	0.0473
Cobre (Cu)	mg/L	6.79	3.56
Fierro (Fe)	mg/L	31.84	48.1
Plomo (Pb)	mg/L	0.136	0.2728
Magnesio (Mg)	mg/L	64.4	65.5
Manganeso (Mn)	mg/L	39.4	31.3
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.00214	0.00202
Níquel (Ni)	mg/L	0.0309	0.0239
Fósforo (P)	mg/L	N.D.	N.D.
Potasio (K)	mg/L	3.4	3
Selenio (Se)	mg/L	N.D.	N.D.
Sílice (SiO ₂)	mg/L	7.97	7.95
Plata (Ag)	mg/L	0.00011	0.00011
Sodio (Na)	mg/L	6.8	6.4
Zinc (Zn)	mg/L	42.2	32.3

Tabla 29 Resultados de Muestra de Agua – Rio Yauli Aguas Arriba del Efluente

Parámetro	Unidades	Estaciones de Monitoreo		
		Y-01	Y-02	Y-03
Parámetro de Campo				
Temperatura	°C	12.3	12.3	10.7
pH	u.e.	8.04	8.34	8.32
Eh	mV	-48	-71	-67
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.97	6.63	6.94
Conductividad Especifica	µS/cm	1397	1076	1105
Salinidad	ppt	1	0.8	0.8
Parámetros Fisicoquímicos				
Alcalinidad Total	mgCaCO3/L	46.5	62.5	63
Dureza	mgCaCO3/L	1154.3	766.2	952.9
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1699	1136	1446
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	82.5	30	18
Parámetros Inorgánicos				
Cloruro	mg/L	8.45	13.4	11.1
Fluoruro	mg/L	0.625	0.435	0.495
Sulfato	mg/L	1198	682.5	956.5
Sulfuro	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Cianuro Total	mg/L	0.021	0.011	0.0085
Cianuro WAD	mg/L	0.01	0.012	N.D.
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0.45	0.215	0.185
Nitrógeno Nitrato	mg/L	0.595	0.382	0.502
Nitrógeno Nitrito	mg/L	0.035	0.02	0.035
Aceites y Grasas	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Fenoles	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Parámetros Microbiológicos				
Coliformes Fecales	NMP/100mL	855	705	4005
Coliformes Totales	NMP/100mL	885	705	4035
Metales Totales				
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0012	N.D.	N.D.
Aluminio (Al)	mg/L	1.82	0.6	0.206
Arsénico (As)	mg/L	0.0183	0.0136	0.0047
Bario (Ba)	mg/L	0.0673	0.0616	0.0516
Boro (B)	mg/L	0.23	0.22	0.2
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0115	0.00665	0.00862
Calcio (Ca)	mg/L	359	217	281

Parámetro	Unidades	Estaciones de Monitoreo		
		Y-01	Y-02	Y-03
Cromo (Cr)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Cobalto (Co)	mg/L	0.0105	0.0071	0.0091
Cobre (Cu)	mg/L	0.0827	0.0853	0.0288
Fierro (Fe)	mg/L	3.73	1.94	0.663
Plomo (Pb)	mg/L	0.0839	0.0636	0.0205
Magnesio (Mg)	mg/L	59.7	38.9	48.6
Manganeso (Mn)	mg/L	49.9	25.8	38.8
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0039	0.0029	0.00301
Níquel (Ni)	mg/L	0.02	0.0102	0.016
Fósforo (P)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Potasio (K)	mg/L	8.9	7.1	7.3
Selenio (Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Sílice (SiO ₂)	mg/L	6.46	3.91	3.26
Plata (Ag)	mg/L	0.00044	0.00044	0.000321
Sodio (Na)	mg/L	11.6	14.2	13.9
Zinc (Zn)	mg/L	2.51	1.51	1.35

Tabla 30 Resultados de Muestra de Agua – Rio Yauli Aguas Arriba del Efluente

Parámetro	Unidades	Estaciones de Monitoreo		
		Y-04	Y-05	Y-06
Parámetro de Campo				
Temperatura	°C	11.2	14.8	14.2
pH	u.e.	7.68	6.61	7.07
Eh	mV	-22	39	3
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.08	5.58	5.67
Conductividad Especifica	µS/cm	1162	1510	1109
Salinidad	Ppt	0.8	1	0.7
Parametros Fisicoquimicos				
Alcalinidad Total	mgCaCO ₃ /L	43	N.D.	37
Dureza	mgCaCO ₃ /L	946	1054	809.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1418	1701	1119
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	68	111.5	324.5
Parametros Inorganicos				
Cloruro	mg/L	11.5	9.05	6
Fluoruro	mg/L	0.635	0.835	0.67
Sulfato	mg/L	914	1213	796.5
Sulfuro	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.

Parámetro	Unidades	Estaciones de Monitoreo		
		Y-04	Y-05	Y-06
Cianuro Total	mg/L	0.0145	0.01	0.011
Cianuro WAD	mg/L	0.011	0.007	N.D.
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0.24	0.17	0.13
Nitrógeno Nitrato	mg/L	0.4035	0.232	0.205
Nitrógeno Nitrito	mg/L	0.025	0.01	0.01
Aceites y Grasas	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Fenoles	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Parametros Microbiologicos				
Coliformes Fecales	NMP/100mL	246.5	N.R.	6.8
Coliformes Totales	NMP/100mL	285	N.R.	6.8
Metales Totales				
Mercurio (Hg)	mg/L	N.D.	N.D.	0.00031
Aluminio (Al)	mg/L	1.14	2.38	3.12
Arsénico (As)	mg/L	0.161	0.51	0.312
Bario (Ba)	mg/L	0.0551	0.0434	0.18
Boro (B)	mg/L	0.2	0.19	0.15
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0199	0.0464	0.027
Calcio (Ca)	mg/L	277	308	226
Cromo (Cr)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Cobalto (Co)	mg/L	0.0153	0.0296	0.0196
Cobre (Cu)	mg/L	0.77	2.21	1.29
Fierro (Fe)	mg/L	17.4	45.3	30
Plomo (Pb)	mg/L	0.202	0.237	0.262
Magnesio (Mg)	mg/L	51.1	56.4	44.2
Manganeso (Mn)	mg/L	28.5	29	20.1
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.00386	0.00419	0.00656
Níquel (Ni)	mg/L	0.0163	0.0187	0.0159
Fósforo (P)	mg/L	N.D.	N.D.	0.37
Potasio (K)	mg/L	7.4	5.3	4.5
Selenio (Se)	mg/L	N.D.	N.D.	N.D.
Sílice (SiO ₂)	mg/L	5.15	7.09	7.5
Plata (Ag)	mg/L	0.00104	0.00138	0.00232
Sodio (Na)	mg/L	13.5	9.8	7.5
Zinc (Zn)	mg/L	7.7	19.4	11.2