



**Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Pucamarca
Departamento de Tacna - Perú**



Preparado para

Minsur S.A.

Julio 2006

RESUMEN EJECUTIVO

151282

DESCARGO

Este reporte fue preparado exclusivamente para **Minsur S.A.** por AMEC (Perú) S.A. una división de AMEC Americas Limited. La calidad de la información, conclusiones y estimados aquí incluidos son consistentes con el nivel de esfuerzo involucrado en los servicios de AMEC y basado en: i) información disponible al momento de su preparación, ii) datos entregados por fuentes externas, y iii) datos asumidos, condiciones y calificaciones incluidas en este reporte. La finalidad de este reporte es de ser utilizado únicamente por **Minsur S.A.** y está sujeto a los términos y condiciones de su contrato con AMEC. Cualquier otro uso de este reporte por parte de terceros será bajo su propio riesgo.

CONTENIDO

1.0	ANTECEDENTES	1
2.0	MARCO LEGAL	2
3.0	OBJETIVO	4
4.0	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	4
4.1	Ubicación del Proyecto	4
4.2	Derechos Mineros	4
4.3	Clima y Meteorología	4
4.4	Calidad de Aire	5
4.5	Calidad de Ruido y Electromagnetismo	5
4.6	Geología	6
4.7	Geoquímica.....	7
4.8	Sismicidad.....	8
4.9	Suelos.....	9
4.10	Hidrología	9
4.11	Hidrogeología.....	10
4.12	Calidad de Agua Subterránea	10
4.13	Calidad de Agua Superficial	11
4.14	Calidad de Sedimentos	12
4.15	Drenaje Ácido de Roca (DAR)	13
4.16	Ambiente Biológico	13
4.17	Ambiente Socio-Económico	14
4.18	Ambiente Cultural	15
5.0	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PROPUESTAS.....	16
5.1	Tajo Abierto.....	16
5.2	Pad de Lixiviación	16
5.3	Pozas de Solución y Pozas de Grandes Eventos	17
5.4	Depósito de Desmonte Norte	17
5.5	Procesamiento	18
5.6	Reactivos e Insumos.....	19
5.7	Área de Almacenamiento de Suelo Orgánico	19
5.8	Línea de Transmisión Eléctrica	19
5.9	Acceso al Proyecto	20
5.10	Línea de Captación de Agua Subterránea	20
5.11	Campamento Timpure	20
5.12	Fuerza Laboral.....	20
6.0	IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES	21
6.1	Aire	21
6.2	Suelo.....	21
6.3	Topografía.....	22
6.4	Agua Superficial y Subterránea.....	22
6.5	Flora y Comunidades Vegetales Sensibles.....	22
6.6	Fauna Silvestre	22
7.0	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	22
7.1	Aire	22
7.1.1	Modificación de la Calidad del Aire por Generación de Material Particulado	22
7.1.2	Modificación de la Calidad del Aire por la Generación de Ruido y Gases de Combustión debido a la Operación de Maquinaria Pesada y Vehículos en General.....	23

7.1.3	Modificación de la Calidad del Aire por la Generación de Ruido debido a las Voladuras durante la Explotación del Tajo.....	23
7.2	Suelo.....	23
7.2.1	Disminución de la Cantidad de Suelo Orgánico por las Actividades de Construcción.....	23
7.2.2	Disminución de la Calidad de Suelo por Potenciales Derrames de Combustibles o Insumos.....	23
7.3	Topografía.....	24
7.3.1	Modificación de la Topografía Original.....	24
7.4	Agua Superficial y Subterránea.....	24
7.4.1	Modificación de la Calidad del Agua por Potencial Generación de Drenaje Ácido de Roca en el Depósito de Desmonte y en el Tajo durante la Etapa de Construcción y Operación.....	24
7.4.2	Modificación de la Calidad del Agua Subterránea por Potencial Infiltración desde el Depósito de Desmonte durante la Etapa de Operación	24
7.4.3	Modificación de la Calidad del Agua por Infiltración de Escorrentía y Soluciones Cianuradas del Pad de Lixiviación y Poza Asociadas Durante la Etapa de Operación	24
7.4.4	Modificación de la Calidad del Agua Superficial por Descarga de Soluciones Remanentes del Pad y de la Planta de Procesamiento durante la Etapa de Cierre.....	25
7.4.5	Modificación de la Calidad de Agua Superficial por Descarga de Infiltraciones del Depósito de Durante la Etapa de Cierre	25
7.5	Flora y Comunidades Vegetales Sensibles.....	25
7.5.1	Pérdida de Individuos por Remoción del Suelo Orgánico durante la Etapa de Construcción.....	25
7.6	Fauna Silvestre	26
7.6.1	Perturbación de la Fauna Silvestre.....	26
7.7	Recursos Arqueológicos	26
8.0	PLAN DE CIERRE CONCEPTUAL	27
9.0	PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS.....	28
10.0	ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DEL PROYECTO	29

TABLAS

Tabla 2-1	Resumen del Marco Legal	2
Tabla 4-1	Elementos Mayoritarios en Muestras de Material.....	7
Tabla 4-2	Elementos Minoritarios en Muestras de Material.....	8
Tabla 5-1	Consumos Promedio Proyectado de Insumos	19

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO PUCAMARCA
Resumen Ejecutivo**

1.0 ANTECEDENTES

El presente resumen ejecutivo ha sido elaborado considerando los elementos más importantes del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Pucamarca. En el área del Proyecto Pucamarca, Minsur ha venido realizando trabajos de exploración (perforaciones diamantinas), ha construido accesos y ha implementado un campamento temporal al pie del cerro Huaylillas. Adicionalmente, MINSUR cuenta con una oficina de operaciones en el centro poblado de Palca, a 40 km del área donde se localiza el Proyecto.

El Proyecto Pucamarca tendrá como recursos minerales explotables un total de aproximadamente 34.24 Mt de mineral con una ley promedio de 0.72 g/t de oro y 6.97 g/t de plata, para un total de 787,000 oz de oro, de las cuales 500,000 oz se calculan como extraíbles durante los 7 años de vida del proyecto. Con un monto total de inversión de 46 millones de dólares americanos.

El ámbito de estudio del Proyecto Pucamarca fue establecido teniendo en consideración el ámbito de influencia directa e indirecta del proyecto, así como el análisis de riesgo físico local. El área de influencia directa ha sido definida considerando el área de las operaciones mineras, la explotación, el procesamiento de mineral y las instalaciones auxiliares del Proyecto, así como las características ambientales y sociales en el ámbito local que podrían influir directamente en el desarrollo futuro del Proyecto Pucamarca. La superficie de influencia directa ocupa 18,921.10 ha. El área de influencia indirecta ha sido definida considerando un ámbito regional y teniendo en cuenta los parámetros de clima, zonas de vida, suelos, vegetación y fauna. Los aspectos sociales se evaluaron en las comunidades inmediatas al área del Proyecto Pucamarca y, en algunos casos, al nivel de distrito y provincia. La superficie que ocupa el área de influencia indirecta es de 37,298.50 ha.

Como parte del presente EIA, se desarrollaron investigaciones técnicas de muestreos y monitoreos in situ para así identificar y establecer la línea base de los componentes físicos (suelos, drenaje ácido, calidad del agua, calidad de sedimentos, entre otros), biológicos (fauna y vegetación), socio-económicos y culturales.

La información utilizada en la elaboración de este EIA se obtuvo de diversas fuentes, incluyendo las investigaciones específicas en el área del proyecto realizadas con anticipación (estudio de línea base 2004, estudio de línea base 2006, estudio de factibilidad, etc.), datos publicados sobre la región, informes de ingeniería de diseño del proyecto, y la experiencia de los investigadores de AMEC.

2.0 MARCO LEGAL

El marco legal aplicable al Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Pucamarca está conformado por un compendio de normas legales que regulan los asuntos ambientales de la actividad minera en el Perú. Estas normas incluyen regulaciones nacionales y sectoriales para la protección y conservación de los recursos naturales, los estándares de calidad ambiental para aire, agua, radiaciones no ionizantes y ruido, entre otros. En la siguiente tabla se resume el marco legal.

**Tabla 2-1
Resumen del Marco Legal**

Marco Institucional	
Constitución Política del Perú de 1993, Título III, Capítulo II "Del Ambiente y los Recursos Naturales	
Ley 17752	Ley General de Aguas.
Ley N° 28611	Ley General del Ambiente.
D.Leg 757	Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada en el Perú.
Ley 27314	Ley General de Residuos Sólidos.
D.S. 057-2004-PCM	Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.
Ley 28256	Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
Ley 28090	Ley que Regula el Cierre de Minas.
D.S. 033-2005-EM	Reglamento de la Ley que Regula el Cierre de Minas.
Ley 28271	Ley que Regula los Pasivos Ambientales.
D.S. 059-2005-EM	Reglamento de la Ley que Regula los Pasivos Ambientales.
D.S. 025-2002-EM	Aprueba el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Energía y Minas.
D.S. 025-2003-EM	Aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas.
D.S. 053-99-EM	Establecen que la Dirección General de Asuntos Ambientales, es el Órgano Competente del MEM para tratar Asuntos Ambientales.
D.S. 014-92-EM	Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería.
D.S. 016-93-EM	Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica y Modificatorias.
D.S. 046-2001-EM	Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.
D.S. 022-2001-PCM	Reglamento de Organizaciones y Funciones del CONAM.
Ley 26410	Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM).
D.S. 001-97-CD/CONAM	Aprueban el Marco Estructural de Gestión Ambiental (MEGA).
Ley 26786	Modifica el artículo 51 del D.L. No. 757. Categoriza las actividades que por su riesgo podrían exceder los LMP, la autoridad sectorial propone al CONAM el contenido del EIA.
Decreto Ley 25902	Ley Orgánica del Ministerio de Agricultura, crea al INRENA como un organismo público descentralizado que forma parte de su estructura administrativa.
D.S. 002-2003-AG	Reglamento de Organización y Funciones del INRENA.
D.S. 050-2004-ED	Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Cultura.

**Tabla 2-1
Resumen del Marco Legal**

Contenido y Aprobación de los EIA	
Ley 27446	Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
Ley 26786	Regula la Evaluación de Impactos Ambientales de Obras y Actividades.
D.S. No. 056-97-PCM	Establece los Casos en los que se Requerirá Opinión Técnica del INRENA para la Aprobación de los EIA y PAMA.
D.S. 061-97-PCM	Modifica el D. S. 056-97-PCM y Establece Plazo de 20 días para que el INRENA Rinda Opinión Técnica sobre los EIA y PAMA.
D.S. 003-2000-EM	Establece que los EIA contendrán un Estudio de Impacto Social.
R.M. 596-2002-EM/DM	Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el Procedimiento de Aprobación de los Estudios Ambientales en el Sector Energía y Minas.
D.S. 042-2003-EM	Compromiso Previo como Requisito para el Desarrollo de Actividades Mineras y Normas Complementarias.
Estándares de Calidad Ambiental, Límites Máximos Permisibles	
D. L. 17752	Ley General de Aguas (Modificado por D. Leg No. 106, Ley No. 19503, Ley No. 18735; Art. 100 Derogado por D. Leg No. 708).
D. S. 261-69-AP	Reglamento de la Ley General de Aguas.
D. S. 003-2003-SA	Modifica el Art. 82º del Reglamento de los Títulos I, II y III de la Ley General de Aguas.
D. S. 074-2001-PCM	Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
D. S. 085-2003-PCM	Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.
D. S. 010-2005-PCM	Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones no Ionizantes.
R. M. 315-96-EM/VMM	Niveles Máximos Permisibles de Emisiones de Gases y Partículas para las Actividades Minero Metalúrgicas.
R. M. 011-96-EM/VMM	Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos para las Actividades Minero Metalúrgicas.
Uso de la Tierra	
D. S. 033-85-AG	Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos.
Ley 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 y Modificatoria (Ley 26570).
D. S. 011-97-AG	Reglamento de la Ley 26505.
D.S. 015-2003-AG	Procedimiento para el Establecimiento de la Servidumbre Minera
Recursos Naturales y Diversidad Biológica	
Ley 26821	Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.
Ley 26839	Ley para la Conservación y Desarrollo Sostenible de Diversidad Biológica.
D.S. 034-2004-AG	Aprueban categorización de especies amenazadas de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales.
Protección Arqueológica	
Ley 24047	Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación y Modificatoria (Ley 26576).
R.S. 060-95-ED	Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas.
R.S. 004-2000-ED	Reglamento de Investigaciones Arqueológicas.
D.L.: Decreto Ley D.Leg.: Decreto Legislativo D.S.: Decreto Supremo R.S.: Resolución Suprema	

3.0 OBJETIVO

Minsur ha elaborado el EIA para el Proyecto Pucamarca en concordancia con el Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica D.S N° 016-93-EM y el Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana, promulgado por R.M. 596-2002-EM/DM. El objetivo del EIA es identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales de las actividades del proyecto minero que pudieran generarse durante su ciclo de vida en su área de influencia, involucrar a la población en el proceso de participación ciudadana y desarrollar el plan de manejo que prevenga y mitigue los efectos.

4.0 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

4.1 Ubicación del Proyecto

El Proyecto Pucamarca se ubica aproximadamente a 1,050 km al SE de Lima y 55 km al NE de Tacna, capital del departamento del mismo nombre. El área pertenece a la comunidad de Vilavilani, distrito de Palca, provincia de Tacna. Las coordenadas aproximadas del centro del área son 414,000E y 8, 030,000N. El proyecto está ubicado cerca al hito 52 de la frontera peruano-chilena, al este del Cerro Checocollo, el cual forma el límite oriental del proyecto (Mapa 1-1).

La ciudad de Tacna es accesible desde Lima por carretera (Panamericana Sur, distancia de 1,370 km) o por avión (vuelos diarios, 1.5 horas de viaje). El acceso al proyecto desde Tacna dura aproximadamente 2 horas 10 minutos. La vía de acceso al área del proyecto es por la carretera Tacna – Alto Perú, pasando el poblado de Palca (altura del kilómetro 53) y luego continúa siguiendo la misma ruta por el camino que va al río Azufre hasta el Paso Huaylillas Norte, desde donde se seguirá por el nuevo acceso hasta el proyecto. Este recorrido tiene una distancia total de 102 Km.

4.2 Derechos Mineros

El proyecto está constituido por la acumulación Pucamarca y la concesión minera Frontera Uno. La acumulación Pucamarca (No. 01-00004-05-L), con una extensión total de 1392.0670 ha, está constituida por cuatro derechos mineros, Frontera Dos, Frontera Tres, Azufre Siete y Azufre Ocho y la concesión minera Frontera Uno (No. 01-00797-02) tiene una extensión de 693 ha. Ambas concesiones están ubicadas en el distrito de Palca, provincia y departamento de Tacna y son propiedad de Minsur S.A.

4.3 Clima y Meteorología

El área del Proyecto Pucamarca se encuentra localizada a 4,445 msnm en la cuenca del río Caplina. En esta cuenca, así como en la mayoría de las cuencas de la vertiente del Pacífico, la temperatura media anual, la precipitación media anual y la evaporación,

tienen una distribución orográfica asociada al nivel altitudinal. Una vez elaborado el mapa de isotermas, la temperatura promedio fue de 7.9 °C, la precipitación de 400.7 mm y la evaporación de 1,642.2 mm (2006). En el área del proyecto se determinó que el promedio anual de humedad fue de 55%.

De acuerdo a los datos relacionados a la dirección del viento, se determinó que la dirección predominante es Sur-Oeste (SW) durante todos los meses del año, con velocidades que fluctúan entre 3 y 5 m/s. Sin embargo, se han registrado datos de la estación Pucamarca que muestran velocidades del viento de hasta 18.8 m/s, con promedios mensuales entre 5.5 m/s y 7.8 m/s a la altura de la estación, zona donde se encontrará el tajo abierto, con la mayor velocidad en horas de la tarde.

4.4 Calidad de Aire

Los niveles de concentración de partículas PM₁₀, medidas en las estaciones ubicadas en el área de influencia del proyecto Pucamarca, se encuentran por debajo del Estándar Nacional (150 µg/m³). Sin embargo, se registraron concentraciones de partículas PTS superiores al límite referencial de la US EPA, correspondientes a 260 µg/m³.

El plomo y el arsénico en el aire se encuentran a nivel de trazas, por debajo del Estándar Nacional para plomo (0.5 µg/m³), y los Estándares de Calidad Ambiental de Bolivia para arsénico de 0.05 µg/m³, que utilizamos como referencia ante la ausencia de estándar nacional para este parámetro. Los niveles medidos de gases CO, NO₂ y SO₂ en las estaciones de monitoreo, también son menores a los estándares nacionales.

En general, con excepción de las partículas que se levantan por tránsito vehicular en las carreteras afirmadas, no existen fuentes antrópicas significativas de contaminación que puedan afectar la calidad ambiental del aire en el área del Proyecto Pucamarca.

4.5 Calidad de Ruido y Electromagnetismo

Los niveles de ruido obtenidos fueron comparados con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Ruido (50 dB(A)). Se encontró que los resultados de los puntos de monitoreo fluctúan entre el rango de 32 dB(A) a 68 dB(A); obteniéndose el nivel más elevado de ruido en la zona del Campamento Geotec (campamento temporal de la etapa de exploración), seguido por el punto ubicado en la zona de operación, canal Uchusuma y las estaciones que corresponden a los centros poblados.

Entre los componentes que influenciaron la medición de ruido se tiene al tránsito de vehículos, las operaciones en las plataformas de exploración, el generador eléctrico en el área del campamento y los períodos de ráfagas de viento.

Los resultados encontrados para los campos electromagnéticos fluctuaron entre 0.0, 0.1 y 0.2 miliGauss (mG), encontrándose por debajo de los límites de exposición recomendados según la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP- Internacional Comisión for Non Ionizing Radiation protection).

Las estaciones E-4 Garita, E-3 Sotavento y E-5 Vilavilani, cumplen con el estándar aceptable de ruido de 50 dB(A) para zona de protección especial. El nivel de ruido más alto se registró en la estación Campamento, con 68 dB(A), seguido por la estación E-2 Barlovento con 56 dB(A).

4.6 Geología

En el área del proyecto Pucamarca, aflora una secuencia monótona de volcánicos de la formación Huilacollo, consistente de varios cientos de piroclastos y derrames andesíticos con un predominio de brechas, aglomerados y tufos de grano grueso. La mayor parte de las rocas son de composición andesítica de textura porfírica, aunque también existen tufos dacíticos. Estos materiales se presentan con buena estratificación, la misma que puede ser observada desde lejos. Adicionalmente, sus colores claros facilitan su identificación. Algunas capas presentan pequeños cristales de azufre o acumulaciones terrosas de este mineral, aunque su carácter es reducido, localizado y muy errático.

Dado el carácter volcánico de las rocas en ciertos horizontes, es posible observar pequeños poros por donde ha fluido el gas. Un caso especial ocurre en la base de la vertiente septentrional del cerro Checocollo, donde existen numerosos rodados de pómez de color pardo con vacuolas de tamaño centimétrico, indicando la presencia de capas con estas características en el lugar. El buzamiento de los estratos parece indicar que es de tipo original, es decir generado durante la deposición y que se orienta hacia la fuente del volcanismo.

La morfogénesis del área del proyecto Pucamarca, está ligada a la orogenia andina, con deformaciones de estructuras y fallamientos, más o menos paralelos a las oscilaciones climáticas. En la costa, el emplazamiento de la Fosa de Tacna es posterior a las acumulaciones torrenciales del cuaternario viejo. La presencia de tobas en los planos superiores de la fosa constituye evidencia de los movimientos glacio-eustáticos.

En los piedemontes bajos, varios niveles de terrazas del cuaternario indican períodos muy lluviosos y estacionales, generando arroyadas intensas con acumulación de materiales torrenciales y posterior disección importante, de las que hoy están privadas por completo.

4.7 Geoquímica

La composición química de los minerales presentes en la zona de explotación del proyecto Pucamarca, fueron determinados como elementos mayoritarios y minoritarios, como se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 4-1
Elementos Mayoritarios en Muestras de Material

Unidad	Al ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	LOI	Total
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Volcánico Huilacollo	0.34	0.01	<0.01	1.15	0.02	0.06	<0.01	0.04	0.02	96.44	0.58	0.29	98.95
Tufo Fragmental	1.19	0.11	<0.01	0.89	0.07	0.13	0.01	0.07	0.02	94.60	0.49	0.83	98.41
Tufo Brecha	0.27	0.03	0.02	0.95	0.02	0.07	<0.01	0.04	0.01	95.38	0.51	0.56	98.31
Brecha (Pórfido de Cuarzo)	0.37	0.03	0.03	1.59	0.02	0.07	0.01	0.04	0.02	95.59	0.61	0.26	98.64
Brecha Híbrida	0.21	0.01	0.01	0.49	0.01	0.06	<0.01	0.03	0.01	97.17	0.43	0.43	98.86

Tabla 4-2
Elementos Minoritarios en Muestras de Material

Unidad	Ag mg/l	Ba mg/l	Co mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Ga mg/l	La mg/l	Mo mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Sr mg/l	Ti mg/l	U mg/l	V mg/l	W mg/l	Zn mg/l
Volcánico Huilaocollo	2	66.1	1.2	40	54	1.0	2.2	50	29	145	13.2	<0.5	1.1	24	73	20
Tufo Fragmental	4	778	71	10	458	2.1	2.9	10	158	220	40.3	<0.5	2.45	32	1,730	44
Tufo Brecha	16	158.5	1.2	30	41	2.6	1.8	11	12	62	11	<0.5	1.34	32	32	33
Brecha (Pórfido de Cuarzo)	4	196.5	1.9	100	60	1.4	1.9	32	38	72	10.6	<0.5	1.0	29	54	65
Brecha Híbrida	6	94.8	1.2	70	27	0.8	1.5	11	10	14	8	<0.5	0.63	18	13	20

4.8 Sismicidad

El Perú se encuentra comprendido en una de las regiones de más alta actividad sísmica, formando parte del Cinturón Circumpacífico. El área de estudio se ubica en la región sur-occidental del territorio peruano, zona relativamente joven desde el punto de vista geológico, pero sometida a una intensa actividad tectónica. Esta actividad está motivada por la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Continental o Sudamericana, formándose el llamado plano de Benioff, lugar de acumulación constante de energía que posteriormente es liberada mediante los sismos.

El nivel de actividad sísmica caracteriza a esta región como de alto riesgo sísmico, habiendo ocurrido en el pasado varios sismos de magnitud considerable que provocaron grandes destrucciones, con una secuela de numerosos fallecidos e inmensas pérdidas materiales.

Analizando el diagrama espacio vs tiempo, se apreció que los sismos de elevada magnitud y que tuvieron una misma liberación de energía, no tienen el mismo período de retorno, dado que ocurren cada 89, 182 y 84 años; dificultando la tarea de predicción sísmica. La gráfica de período de retorno para los sismos superficiales indica que los sismos con ondas de volumen (mb) igual a 6.4 podrían tener un período de retorno de 100 años, y los sismos de mb igual a 6.0 tendrían un período de retorno de alrededor de 400 años. La gráfica de período de retorno para sismos intermedios indica que los sismos de mb igual a 6.6 tienen un período de retorno de 100 años. Además, la probabilidad de ocurrencia de un sismo de mb mayor o igual a 6.5 dentro de un período de retorno de 100 años es de 80%.

Los sismos del 30 de julio de 1995 y 23 de junio de 2001, han modificado el campo de esfuerzos en la zona, dando lugar a un aumento de las posibilidades de que se produzca un gran terremoto en la región. Esta conclusión fue establecida por especialistas del CISMID (Lopez D y Olarte, J) quienes en su trabajo "Evaluación Estadística de la Sismicidad en la Región Sur Occidental del Perú" establecen esta posibilidad y conclusión.

4.9 Suelos

La cuenca donde se localizan la línea de transmisión y las actividades auxiliares del proyecto, está conformado por un paisaje de valle de planicie fluvial, fluvio glacial y montañoso. El paisaje fluvial está conformado por geoformas relativamente planas, las cuales fueron formadas por deposiciones de sedimentos de origen fluvial y coluvio-aluvial. El relieve se caracteriza por presentar pendientes planas a moderadamente inclinadas (0-8%), principalmente.

El resto del ambiente estudiado comprende laderas de vertientes montañosas empinadas, con presencia de rocas calizas carbonatadas en estratos delgados que son margas, calizas arcillosas, calizas y dolomitas, así como areniscas y lutitas de naturaleza calcárea.

Los suelos son superficiales a moderadamente profundos, en ocasiones alternan con afloramientos rocosos; textura moderadamente fina a media, sin desarrollo genético, con drenaje bueno a algo excesivo y fertilidad natural baja a media.

4.10 Hidrología

La caracterización hidrológica, se efectuó tomando como unidad de análisis a la cuenca del río Caplina (vertiente del Pacífico). Los componentes del Proyecto se extienden desde la parte alta de la cuenca donde se encuentra el yacimiento, hasta la cuenca baja donde se localiza la Sub estación Los Héroe. Hidrográficamente, el ámbito de estudio comprende a las áreas de la cuenca del río Caplina y sus afluentes los ríos Palca, Vilavilani y la quebrada Cobani. En la parte baja, el ámbito de análisis ha sido ampliado a las pampas secas en la margen derecha del río donde surcan las quebradas (mayormente sin escurrimientos) Los Molles, Honda y Achacune.

En esta evaluación se analiza las descargas que ingresan por el canal Uchusuma, y las descargas que se generan en el río Caplina. Para el análisis se ha utilizado también la información del estudio "Evaluación Hidrológica Regional del Sur del Perú" – ONERN-(1985), donde se han definido los coeficientes de escurrimiento superficial para la cuenca del río Caplina. Esta información, utilizada adecuadamente, permite estimar caudales medios anuales en cualquier punto de interés de la cuenca del río Caplina.

El principal uso de agua en la zona es el riego de cultivos y suministro de agua para consumo humano. Las sub cuencas del río Palca y río Caplina, se utilizan para el riego de los cultivos en sus respectivas cuencas medias y los excedentes estacionales complementan los usos requeridos para la agricultura en el valle bajo. También se tiene el Proyecto Vilavilani II, el cual contempla la construcción de una infraestructura hidráulica orientada a propósitos múltiples: suministro de agua potable para la ciudad

de Tacna, el abastecimiento de agua de riego para los valles de Magollo y Uchusuma y la incorporación de nuevas áreas para la agricultura en La Yarada.

4.11 Hidrogeología

Las condiciones hidrogeológicas están influenciadas por su ubicación al pie de las estribaciones andinas y por la topografía, permeabilidad y estructuras del substrato rocoso. Asimismo, están influenciadas por el grado de precipitaciones atmosféricas que ocurren en las partes altas de las cuencas muy variadas y en función a la altitud.

El estudio de línea base constató que el cerro Checocollo carece de manantiales y que al lado nororiental existen pequeños humedales temporales, que contienen filtraciones de agua solo durante épocas de lluvias. Los trabajos de prospección en la cuenca del río Vilavilani y en los alrededores del cerro Huaylillas, proporcionaron un inventario total de 22 fuentes de agua, 14 de ellas manantiales (11 permanentes y 3 temporales), una captación importante para el poblado de Vilavilani, tres captaciones menores y cinco filtraciones.

De acuerdo con las perforaciones realizadas por Minsur (de hasta 500m de profundidad), el nivel freático en el cerro Checocollo se encuentra bajo la elevación del cuerpo mineral.

Minsur realizó una investigación hidrogeológica para determinar el potencial de recurso subterráneo en la cuenca superior del río Azufre y detectar fuentes que no tengan proyección de uso por la población y que puedan ser usadas para las actividades de la mina, la cual requerirá un caudal máximo de 30 l/s. De acuerdo a las pruebas realizadas, existe potencial de abastecimiento en la cuenca del río Azufre, con recursos subterráneos que no afectarán la disponibilidad de agua en la zona.

4.12 Calidad de Agua Subterránea

En los alrededores del área de la mina, los recursos de agua subterránea no están actualmente en uso. Sólo se documentó un manantial significativo en la cercanía de las operaciones mineras propuestas, aunque existe la presencia de numerosos manantiales regionalmente.

La calidad del agua subterránea fue medida en tres etapas de muestreo, en diciembre de 2003, enero y abril de 2004, en los manantiales y filtraciones dentro y en las cercanías del área del proyecto. El agua subterránea fue encontrada principalmente débil a moderadamente mineralizada y con pH neutro.

En base a las investigaciones preliminares realizadas en el año 2004 (sin perforación), la mejor calidad de agua se encuentra en la pendiente sur del cerro Huaylillas, donde existen manantiales con caudales de 0.01 l/s a 1.0 l/s y de buena calidad. Un manantial, localizado en la quebrada Millune presentó un pH bajo de 3.2, y otro

manantial al oeste y al pie del cerro Checocollo contenía un pH de 4.0, probablemente debido a la oxidación natural de los minerales de sulfuro dentro del valle.

Asimismo, nueve de doce manantiales muestreados tenían niveles de un metal o más (níquel, arsénico, manganeso y plomo) que excedían el valor límite para la Clase I y Clase III de la Ley General de Aguas. Sin embargo, estas aguas subterráneas no están siendo usadas actualmente para consumo y riego en el sector del proyecto. Los niveles de manganeso y en menor proporción el arsénico, normalmente exceden los niveles permisibles en las aguas naturales, y particularmente en los terrenos volcánicos como en el área del Proyecto Pucamarca.

Del inventario de manantiales se concluye que en las zonas colindantes a la margen izquierda de la quebrada Huaylillas Sur en las inmediaciones del cerro Huaylillas se encuentra mayor flujo y mejor calidad de agua en los manantiales. Por el contrario, en la zona de la quebrada de Millune (más próximo al cerro Caldero) se tiene una menor calidad de agua.

4.13 Calidad de Agua Superficial

Se tomaron 10 puntos de calidad de agua en los dos periodos de monitoreo. Se analizaron parámetros biológicos (DBO, coliformes totales, coliformes fecales, fenoles y aceites y grasas) y metales pesados.

Los resultados obtenidos de los monitoreos realizados fueron los siguientes:

- DBO: se cumple con lo establecido en la Ley General de Aguas (LGA), teniendo valores por debajo del límite de detección del método de análisis.
- Coliformes Totales: los valores obtenidos en las estaciones de muestreo se encuentran por debajo de lo establecido por la Clase III LGA.
- Coliformes Fecales: Se obtuvieron valores por encima de lo establecido por la Clase III LGA, en la estación E-17 (aguas abajo del campamento Timpure) se tiene un valor de 2,400 NMP/100 ml. Las demás estaciones presentan materias fecales por debajo de 1,000 NMP/100 ml con un máximo de 110 NMP/100 ml en la estación E-13 (Río Palca).
- Los sulfuros, nitritos, fenoles y aceites y grasas se encuentran por debajo de los límites de detección.
- Sulfatos y nitrato: El único punto que superó los niveles de sulfatos establecido por la EPA fue en el río Azufre con una concentración de 886 mg/l. Las concentraciones obtenidas para nitratos en los puntos de muestreo fueron valores por debajo de lo especificado en la Clase III de la LGA (0.1 mg/l), con excepción de la estación E-23 (Canal Uchusuma) que presentó una concentración de 0.144 mg/l.
- Arsénico: Todos los puntos de muestreo presentan concentraciones por encima del valor de la Clase VI de la LGA. En el canal Uchusuma (0.132 mg/l a 0.15 mg/l)

y en el río Vilavilani (0.409 mg/l a 0.727 mg/l) teniendo éste en la estación E-10 (Río Vilavilani) un valor superior a límite la Clase III. Las aguas del río Azufre presentan una concentración de arsénico de 0.828 mg/l, la cual es mayor a lo especificado para el agua de Clase II de la LGA.

- Para los metales cromo, cianuro, mercurio y zinc, los resultados del análisis de laboratorio reportan valores por debajo del límite de detección.
- Hierro: Los valores de hierro en las estaciones de muestreo presentaron valores mayores al estándar para conservación de vida acuática de la EPA (límite de 0.1 mg/l; para aguas con presencia de salmónidos con un máximo de 1 mg/l) pero menores al máximo valor.
- Los valores de aluminio, manganeso, selenio, cobre, cadmio y plomo obtenidos en las estaciones de muestreo, exceptuando la del río Azufre, presenta concentraciones menores a los niveles recomendados por la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO) para irrigación, cumpliendo con los criterios de la Clase III de uso para riego y abrevaderos. El punto de monitoreo del río Azufre presenta valores por encima de la LGA y la FAO.

4.14 Calidad de Sedimentos

Los sedimentos en el agua fueron analizados de acuerdo a la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS) y sólidos totales en suspensión (TSS).

En el caso de los TDS, no se tienen valores de comparación, sin embargo la EPA propone un valor de 500 mg/l para agua superficial. Los resultados de los análisis de TDS en los ríos Vilavilani, Palca, en el canal Uchusuma y quebrada Timpure indican valores por debajo del estándar indicado por la EPA. El mayor valor obtenido fue de 358 mg/l en la estación E-3. Por otro lado, el valor de TDS en el río Azufre se encuentra por encima del valor EPA con un valor de 2,480 mg/l, esto se debe a que por la acidez del agua, probablemente se esté incrementando la liberación de los carbonatos y otras sales de las rocas, con lo cual habría una relación directa entre la conductividad, la dureza y los TDS en este caso.

En el caso de los TSS, se tiene, en la legislación nacional, un valor comparativo para las descargas (LMP) de 50 mg/l. En el área de influencia del proyecto se han registrado concentraciones por encima de este valor con concentraciones de 121 mg/l (estación E-23 canal Uchusuma) y 82 mg/l (estación E-10 río Vilavilani).

Las concentraciones metálicas en algunos sitios muestreados (E-1 río Azufre y E-3 río Vilavilani) sí estaría ejerciendo un efecto adverso, con magnitud moderada a ligeramente alta. Las concentraciones metálicas se hallaron dentro del rango de criterios que comprenden los valores que producen efectos moderados (rango medio). Es decir, los valores más bajos capaces de producir efectos biológicos adversos de consideración (AET-L) son excedidos en varios casos. Esta situación se presenta en las estaciones de muestreo E-1 y E-3 con la concentración de arsénico y únicamente

en la estación E-1, río Azufre) con relación a la concentración del plomo. Los demás parámetros no superaron los límites de toxicidad de acuerdo a los estándares Canadienses o en algunos casos no superaron los límites de detección.

4.15 Drenaje Ácido de Roca (DAR)

En las muestras de perforación diamantina, túneles de exploración y material superficial, se obtuvo como resultados bajas concentraciones de azufre total y un bajo potencial de neutralización. Esto origina bajas relaciones del coeficiente del Potencial de Neutralización por el Potencial de Acidez (NP/AP) (normalmente menor a 1) y valores de Potencial Neto de Neutralización (NNP) negativos (en promedio -9). De acuerdo a los resultados antes indicados, las muestras se ubican en el rango de incertidumbre de generación de drenaje ácido.

4.16 Ambiente Biológico

Se registraron seis tipos principales de vegetación, las cuales se determinaron principalmente por la composición florística de las zonas de muestreo. La causa principal de la diversidad es básicamente la altitud, sin embargo hay otros factores que en algunos casos son igualmente importantes, como la presencia de cursos de agua. Estos tipos de vegetación son: pajonal, matorral arbustivo, piso de cactáceas, monte ribereño, bofedal y tillandsial.

Algunas especies reportadas se encuentran en la lista de especies amenazadas de la flora peruana elaborada por el INRENA. Algunas de las más notorias son: *Tillandsia werdermannii* considerada como en peligro, *Ephedra americana* considerada como casi amenazada, *Abutilon arequipensis* considerada como en peligro, *Chuquiraga rotundifolia* considerada como casi amenazada, *Mutisia acuminata* considerada como casi amenazada, *Parastrephia lepidophylla* (Weddell) considerada como vulnerable, *Senecio nutans* considerada como vulnerable, *Browningia candelaris* (Meyen) considerada como vulnerable, *Corryocactus brevistylus* considerada como vulnerable, entre otras. Finalmente, es destacable la presencia de especies endémicas del Perú como *Coreopsis sennaria* (Asteraceae), *Neoraimondia arequipensis* (Cactáceas), y *Tristerix chodatianus* (Loranthaceae).

En cuanto a la fauna, se han registrado 39 especies de aves, distribuidas en 17 familias. Las familias más representativas fueron Furnariidae y Emberizidae con 6 especies cada una, las que conforman el 17% del total de aves registradas. La especie más abundante fue la *Tortolita doradipunteada*, *Metriopelia aymara*, seguida del *Chirigüe Rabadilla dorsibrillante*, *Sicalis uropygialis*. Se registraron nueve especies de aves incluidas en alguna categoría de protección nacional y/o internacional, entre estas especies cabe resaltar la importancia del *Suri Rhea* (Pterocnemia) *pennata tarapacensis*. Esta especie de ave se encuentra protegida por la legislación nacional e internacional ya que su estado de conservación es muy frágil.

El estudio de la herpetofauna (reptiles) evaluó 122 unidades de muestreo (VES), registrándose un total de 134 individuos, pertenecientes a una especie de anfibio y ocho de reptiles. La riqueza y diversidad encontrada fue la esperada para estos ambientes altoandinos, tomando en cuenta la época estacional correspondiente a fin de la estación de lluvias. Las especies más abundantes en los registros fueron las lagartijas del género *Liolaemus*, que en conjunto representan aproximadamente el 77% del total de individuos registrados. Las Quebradas Chachacamani (alto Timpure) y Fango son muy importantes desde el punto de vista de diversidad, además de ser la única zona de muestreo donde se registró a la especie de sapo que se encuentra en peligro de extinción.

Se registraron 17 especies de mamíferos en el presente estudio. Las especies registradas corresponden a las esperadas para el ecosistema de puna y de vertiente occidental sur. De estas especies, 6 se encuentran en categoría de conservación y 1 es especie endémica del Perú. El guanaco es una de las especies más amenazadas en el Perú (INRENA: EN) dadas sus bajas densidades naturales. La taruca, el guanaco y la vicuña son especies muy amenazadas por cacería y pérdida de hábitat por lo que se encuentran protegidas por la ley. La alta abundancia de mamíferos pequeños en la quebrada Chachacamani (PM3) en pajonal indica que esta zona corresponde a un área de alta productividad, la cual esta directamente relacionada al recurso hídrico disponible. Las especies de mamíferos pequeños más abundantes fueron *Phyllotis limatus* y *Akodon albiventer*.

Desde el punto de vista hidrobiológico, los sistemas acuáticos evaluados se consideran mayormente oligotróficos (varias fuentes alimenticias), presentan moderada diversidad, donde la abundancia y densidad de organismos es de moderada a mínima en la mayoría de los ambientes evaluados. Las comunidades representativas son el bentos (macro invertebrados), la riqueza y abundancia esta asociada a la presencia de vegetación ribereña, sustrato variado, reducida corriente de agua y baja profundidad. Los peces (especie exótica) fueron registrados por referencia de pobladores locales en el sistema Vilavilani; sin embargo, también son indicadores de aguas de buena calidad por ser exigentes de aguas limpias, oxigenadas y con suficientes recursos alimenticios (macro invertebrados). Los índices de diversidad (H') remarcan que algunos ambientes acuáticos presentan una condición aceptable; sin embargo, la mayoría demuestra cierto grado de contaminación y algunos hasta la ausencia de biota acuática que va de moderada hasta altamente contaminado.

4.17 Ambiente Socio-Económico

El proyecto está ubicado en el distrito de Palca, en la provincia de Tacna. A partir del Estudio de la Línea de Base Social se han definido a las comunidades de Vilavilani y Palca como las poblaciones influenciadas con impactos directos, en el primer caso por ser el lugar donde se encuentra la zona de extracción, mientras que en la comunidad de Palca se establecerían las instalaciones auxiliares. Ambas comunidades

campesinas concentran la mayor parte de sus viviendas en los centros poblados del mismo nombre, respectivamente. El centro poblado más cercano al área de operaciones, Vilavilani, se encuentra a 13 Km. de distancia.

La línea de base socioeconómica realizada el 2004 por Social Capital Group ha sido actualizada y ampliada por AMEC en el 2006, a través de un censo de hogares a las comunidades de Vilavilani y Palca, el cual ha permitido elaborar indicadores e índices (como las NBIs y el IDH) que permiten cuantificar longitudinal y transversalmente los impactos socioeconómicos, tanto positivos como negativos, atribuibles a la actividad minera en la zona. El componente de la salud, que no incorporan estos indicadores mencionados, ha sido tratado independientemente.

Debemos anotar que el censo en ambas comunidades no registró más de 700 habitantes, aproximadamente 150 familias, predominantemente dedicadas a la agricultura, en una economía medianamente monetizada y en un constante proceso migratorio; la mayor parte de estas familias se encuentran en condición de pobreza, pero pobreza relativa respecto a otras zonas rurales del país en donde la pobreza extrema se impone.

El ámbito de influencia indirecta, definida así a partir de los impactos indirectos, en otras palabras, por aquellos impactos que se generan como respuestas sociales potenciales al desarrollo de actividades mineras, son el distrito de Palca, como unidad política administrativa, la provincia de Tacna y el departamento del mismo nombre.

4.18 Ambiente Cultural

Se ha realizado la identificación y caracterización de los recursos arqueológicos en el Proyecto Pucamarca, en áreas donde se ubican las instalaciones auxiliares y áreas adyacentes al proyecto. Se encuentran en proceso de evaluación, para la obtención del Certificado de Inexistencia de restos Arqueológicos (CIRA).

En el entorno del proyecto Pucamarca, se han evidenciado diversos tipos de restos arqueológicos correspondientes a diferentes periodos culturales. Se han evidenciado diversos talleres líticos (piedra) pertenecientes a los periodos pre-cerámicos, observándose la talla lítica (piedra) y artefactos fragmentados y en proceso de manufactura. También se han evidenciado terrazas, geoglifos y sitios de descanso posiblemente correspondientes al periodo pre-hispánico tardío, corrales del periodo colonial y republicano temprano y viviendas coloniales. Una zona importante, es el área de la pampa de Miculla. Esta zona arqueológica se encuentra delimitada por el Instituto Nacional de Cultura (INC) y comprende principalmente la zona de pampa donde se ubican los petroglifos. La línea de transmisión eléctrica pasará por la zona de Miculla, fuera del área delimitada por el INC.

5.0 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PROPUESTAS

El alcance del Estudio de Impacto Ambiental cumple con los requerimientos legales establecidos por el Ministerio de Energía y Minas, contenido en el Reglamento de Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica. El presente estudio comprende los siguientes componentes:

5.1 Tajo Abierto

Localizado en el cerro Checocollo, del cual se removerá 48.30 millones de toneladas (Mt) de material durante los 7 años de vida de la mina llegando a una profundidad de 278 m, extrayendo 34.24 Mt de mineral, y 14.06 Mt de desmonte, recuperando 500,000 oz de oro. El área del tajo es de aproximadamente 42 ha.

La explotación del tajo considera la utilización de explosivos a un ritmo de 0.14 Kg de ANFO por tonelada de material. El mineral y/o desmonte que se obtenga de las voladuras, se cargará mediante un cargador frontal en camiones convencionales de 100 t de capacidad. Los camiones transportarán el desmonte hacia el botadero de desmonte y el mineral hacia el proceso de chancado.

5.2 Pad de Lixiviación

El pad de lixiviación será de 56 ha y tendrá una capacidad total de 46.4 Mt, el cual estará ubicado aproximadamente a 1 Km al noroeste del tajo.

El pad contará con un sistema de revestimiento simple impermeable HDPE (geomembrana), colocado sobre una capa de suelo de baja permeabilidad (suelo arcilloso). Para la protección de la geomembrana se colocará una capa protectora o de sobre-revestimiento consistente en el propio mineral a lixiviar.

El pad recibirá el mineral chancado de 125 mm de tamaño nominal y tendrá una altura máxima de aproximadamente 105 m, la cual será alcanzada en un lapso aproximado de 7 años. El apilamiento progresivo del mineral a lixiviar se realizará formando capas de 8 m de altura, configurando taludes externos de 1.5H:1V, alcanzando un talud global de 2.5H:1V.

Para una adecuada operación del pad de lixiviación, se han considerado las siguientes obras: un dique de estabilidad en la parte baja del pad con una altura promedio en la parte central de 18 m para asegurar la estabilidad física de la instalación, un sistema de subdrenaje (en forma de espina de pescado) capaz de captar todas la solución lixiviada dentro de la instalación, una poza colectora de solución lixiviada, dos tuberías sólidas de HDPE SDR 17 de 450 mm de diámetro para la conducción de la solución hasta la poza PLS (no hay descarga hacia cuerpos de agua) y canales de derivación para el control de la escorrentía.

5.3 Pozas de Solución y Pozas de Grandes Eventos

La poza de solución (PLS) tendrá una capacidad neta estimada de 30,000 m³. y las dos pozas de grandes eventos de 60,000 m³ y 30,000 m³ respectivamente. Estas pozas se encuentran localizadas aproximadamente a 1 Km del tajo abierto.

La poza PLS contará con un sistema de revestimiento conformado por una capa de suelo de baja permeabilidad (suelo arcilloso) y un revestimiento secundario de polietileno de alta densidad (HDPE). La poza PLS contará con un sistema de colección y extracción de fugas y un revestimiento primario de polietileno de alta densidad (HDPE). Asimismo, la poza contará con un aliviadero.

Las pozas de grandes eventos contarán con un sistema de revestimiento consistente en una geomembrana lisa de HDPE de 1.5 mm, colocada sobre una capa de suelo de baja permeabilidad (suelos arcillosos).

Tanto la poza PLS, como las pozas de grandes eventos contarán con un sistema de drenaje superficial, consiste en canales de derivación para el control de la escorrentía. La solución proveniente de la poza PLS será bombeada hacia la planta de procesamiento, mientras que la solución proveniente de la poza de grandes eventos, será recirculada por bombeo hacia el pad de lixiviación.

5.4 Depósito de Desmonte Norte

El Depósito Norte tendrá una altura máxima de 72 m, con un área superficial de 25.40 hectáreas y con una capacidad total de 8.2 millones de m³, en donde se almacenarán 14.06 Mt de desmonte.

El almacenamiento progresivo de los desmontes se realizará mediante el volteo y compactación del material, formando capas de no más de 10 m de altura, configurando taludes externos de 1.4H:1V, alcanzando un talud global de 2H:1V.

Para una adecuada operación del depósito de desmonte, se han considerado las siguientes obras: una plataforma de apoyo al pie del botadero para asegurar la estabilidad física de la instalación, un sistema de subdrenaje (tipo espina de pescado) capaz de captar todas las infiltraciones que se puedan presentar dentro del depósito, una poza de monitoreo para el control de las infiltraciones, las cuales serán posteriormente bombeadas hacia el sistema de suministro de agua industrial (no hay descarga hacia cuerpos de agua) y canales de derivación para el control de la escorrentía.

Para evitar la formación de condiciones ácidas en el depósito de desmonte, se considera como medida preventiva, colocar capas de carbonato de calcio (CaCO₃) compactadas en el depósito.

5.5 Procesamiento

El procesamiento considera las instalaciones de la chancadora primaria y tolva de carga (preparación del mineral a lixiviar), el pad de lixiviación, la poza de solución rica (PLS), la planta de adsorción-desorción para la recuperación del oro y plata lixiviados, la refinería, donde se produce el metal doré, planta de manejo y almacenamiento de reactivos, laboratorio y edificio de mantenimiento. Las instalaciones de procesamiento se encuentran interconectadas entre sí.

El proceso de preparación del mineral considera la reducción de tamaño, para obtener un tamaño de mineral de 125 mm, tal como se ha previsto para la recuperación de oro, el cual se deposita en el pad de lixiviación, para ser irrigado por la solución cianurada, la que será colectada en la base del pad y conducida por gravedad a la poza PLS. La solución rica proveniente de la poza PLS, será bombeada a la planta para su procesamiento. La recuperación de los metales lixiviados se realizará mediante el proceso de adsorción con carbón activado (Planta ADR).

Posteriormente, se llevará a cabo el proceso de desorción cáustica con cal caliente, la nueva solución rica resultante que sale de este proceso, pasará por un filtro para retener el carbón que haya salido de la columna; luego pasará a través de un recuperador de calor y por un enfriador para reducir la temperatura hasta 85°C y ser llevada al circuito de separación electrostática. El carbón activado “antiguo” pasará por un proceso de regeneración para posteriormente ser reutilizado en el proceso.

El circuito de electrodeposición, ubicado en la zona de refinación es operado en serie con el circuito de desorción. La solución rica proveniente del proceso de desorción, es bombeada continuamente para separar el oro y la plata en las celdas de electrodeposición, utilizando lana catódica de acero inoxidable a una intensidad de corriente de 50 Amperios por m² de superficie aniónica. La soda cáustica actúa como electrolito que permite el flujo libre de electrones y promueve la deposición del oro y la plata fuera de la solución. Para mantener la resistencia eléctrica de la solución, se agregará periódicamente soda cáustica nueva al sistema durante la desorción y electrodeposición.

Las lanas catódicas de acero de las celdas electrolíticas, serán retiradas aproximadamente una vez por semana para procesar el doré, mediante el proceso de fundición. Los cátodos serán lavados usando agua a alta presión para retirar el oro depositado. El lodo que resulte del proceso, será filtrado y posteriormente tratado en una retorta, para remover y recuperar el mercurio que pudiera estar presente.

Luego de la remoción de mercurio, el lodo será refinado en los hornos de crisol de inducción eléctrica. El doré vertido desde el horno representa el producto final del proceso.

La escoria resultante es enfriada, triturada y procesada por concentración gravimétrica, el concentrado es llevado al proceso de refinación para recuperar el metal residual. Los residuos de la escoria serán dispuestos en el pad.

5.6 Reactivos e Insumos

Los insumos químicos son necesarios en los procesos de producción del metal doré. En la siguiente tabla se muestran los insumos y reactivos que se utilizarán en los procesos de producción y el promedio de consumo anual.

Tabla 5-1
Consumos Promedio Proyectado de Insumos

Insumo	Consumo Anual Promedio (t)
Cal	2,500
Agente anti escamas	3.0
NaCN (Lixiviación)	600
NaCN (Elusión)	7.3
NaOH	26
HCl	336
Carbón	66
Aditivo de Refinación	39

5.7 Área de Almacenamiento de Suelo Orgánico

El área de almacenamiento de suelo orgánico, se encontrará ubicada hacia el Sur del tajo abierto, abarcando un área total aproximada de 10 Has.

El área contará con cunetas para el manejo de la escorrentía en los meses de lluvia. El material será mantenido y usado en la revegetación progresiva del área disturbada.

5.8 Línea de Transmisión Eléctrica

La energía necesaria para el desarrollo de las actividades del proyecto, será adquirida desde la subestación "Los Héroes", de propiedad de Red Eléctrica del Sur S.A. y se conducirá mediante una línea de transmisión eléctrica de 66kV que será construida siguiendo la carretera Tacna - Alto Perú.

La línea de transmisión está compuesta por 13 vértices, con una longitud de 63,8 km desde la Subestación Los Héroes hasta Pucamarca, donde se construirá la Subestación Pucamarca.

Desde la SE Pucamarca, se construirá una línea de baja tensión de 10 KV hacia el campamento Timpure y hacia la zona de bombeo en el Río Azufre siguiendo la ruta del camino trazado.

5.9 Acceso al Proyecto

El acceso será por la actual carretera Tacna – Alto Perú y el mejoramiento del camino que va al río Azufre hasta el Paso Huaylillas Norte, desde donde se construiría un nuevo acceso hasta el proyecto. Este tramo tendrá una longitud total de 102.3 km.

Actualmente no existe un camino directo desde el Paso Huaylillas Norte hasta el proyecto Pucamarca. La nueva carretera de acceso a construir entre el Paso Huaylillas Norte y el proyecto Pucamarca, tiene una distancia de 9.5 km y asciende hasta los 4,560 msnm. El acceso se inicia en el punto ubicado entre el desvío al Río Azufre y el Paso Huaylillas Norte, recorre en dirección noreste hacia Pucamarca y termina en el antiguo campamento de Geotec al interior del área del proyecto.

5.10 Línea de Captación de Agua Subterránea

La potencial fuente de abastecimiento de agua se en la cuenca del río Azufre, con recursos subterráneos que no afectarán la disponibilidad de agua en la zona, de donde se extraerá un máximo de 30 l/s.

El sistema de bombeo y línea de agua, llevará las aguas hasta un tanque de almacenamiento ubicado cerca al área de la planta en el proyecto Pucamarca. La distancia aproximada desde el punto de captación de agua subterránea hasta la descarga en el tanque de almacenamiento ubicado en la zona de operaciones es de aproximadamente 5,885 m.

5.11 Campamento Timpure

Se encuentra en la quebrada Chachacamani, adyacente a la carretera Tacna - Alto Perú a la altura del km 80 y a aproximadamente 25 km de la zona del proyecto a una altitud de 3,960 msnm y un área aproximada de 15,500 m². El campamento contará con todas las comodidades y facilidades para sus trabajadores.

El campamento estará compuesto por dormitorios, un comedor, cocina, lavandería, tóxico, sistema de comunicaciones, oficina y bodegas del personal del campamento, gimnasio y sala de juegos, losa deportiva, estacionamiento, un parque central, puestos de vigilancia y una pequeña planta de tratamiento de agua con su respectivo tanque de agua.

Asimismo, en la zona de la mina se contará con instalaciones para el mantenimiento de maquinaria y equipos, oficinas, almacén y un polvorín.

5.12 Fuerza Laboral

Habrán diferentes necesidades de mano de obra o fuerza laboral durante las fases de construcción y operación del proyecto. Durante la etapa de construcción se requerirá

de 456 trabajadores, entre personal de Minsur y contratistas. Durante la etapa de operaciones se requerirá una fuerza laboral de 245 trabajadores, la cual estará conformada por el Gerente de Operaciones, personal de oficinas, personal de seguridad, y personal de operación de la mina y planta de procesos, administración y recursos humanos.

6.0 IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES

La ejecución de las actividades del proyecto, en sus fases de construcción, operación y cierre, puede generar impactos sobre los diferentes componentes ambientales, ya sea sobre el medio físico, biológico o cultural. Sin embargo, se considera que estos impactos serán prevenidos o mitigados mediante las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Identificación de los componentes ambientales que podrían verse impactados por las diferentes actividades del proyecto.
- Identificación de las actividades del proyecto que podrían causar algún impacto sobre los componentes ambientales identificados.
- Evaluación de los impactos, siendo los criterios utilizados, tipo de impacto, magnitud, extensión, sinergia, duración y reversibilidad. La evaluación permite determinar la relevancia de los impactos ambientales potenciales identificados.

Los principales impactos ambientales potenciales identificados fueron los siguientes:

6.1 Aire

- Modificación de la calidad del aire por generación de material particulado.
- Modificación de la calidad del aire por la generación de ruido y gases de combustión debido a la operación de maquinaria pesada y vehículos en general.
- Modificación de la calidad del aire por la generación de ruido debido a las voladuras durante la explotación del tajo

6.2 Suelo

- Disminución de la cantidad de suelo orgánico por las actividades de construcción.
- Disminución de la calidad de suelo por potenciales derrames de combustibles o insumos.

6.3 Topografía

- Modificación de la topografía original por las actividades de construcción.

6.4 Agua Superficial y Subterránea

- Modificación de la calidad del agua por potencial generación de drenaje ácido de roca en el depósito de desmonte y en el tajo durante la etapa de construcción y operación.
- Modificación de la calidad del agua superficial por descarga de soluciones remanentes del Pad y soluciones remanentes de la planta de procesamiento durante la etapa de cierre.
- Modificación de la calidad del agua subterránea por potencial infiltración desde el depósito de desmonte durante la etapa de operación.
- Modificación de la calidad de agua superficial por descarga de infiltraciones del depósito de desmonte durante la etapa de cierre.
- Modificación de la calidad del agua subterránea por infiltración de escorrentía y soluciones cianuradas del Pad de lixiviación y poza asociadas durante la etapa de operación.

6.5 Flora y Comunidades Vegetales Sensibles

- Pérdida de individuos por remoción del suelo orgánico durante la etapa de construcción.

6.6 Fauna Silvestre

- Perturbación de la fauna silvestre.

7.0 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

A continuación se presentan las medidas de mitigación para los principales impactos ambientales potenciales identificados:

7.1 Aire

7.1.1 Modificación de la Calidad del Aire por Generación de Material Particulado

Se colocará sobre los caminos una capa de rodadura compactada.

Aplicación de un aditivo de afirmado (polímero o cloruro de calcio) para mejorar la compactación de la superficie de rodadura.

Control de la velocidad máxima de circulación.

Uso de rociadores de agua en el área de chancado de mineral (chancadora de quijadas y la zaranda vibratoria).

Regado de caminos dentro del área de operaciones y de aquellas áreas en las que exista material fino que haga prever una alta generación de polvo en horas que el viento alcance mayores velocidades.

7.1.2 Modificación de la Calidad del Aire por la Generación de Ruido y Gases de Combustión debido a la Operación de Maquinaria Pesada y Vehículos en General

Todas las maquinarias y vehículos contarán con silenciadores; asimismo, recibirán un mantenimiento preventivo antes de iniciar sus labores y serán sometidos a revisiones técnicas periódicas para verificar su buen funcionamiento.

7.1.3 Modificación de la Calidad del Aire por la Generación de Ruido debido a las Voladuras durante la Explotación del Tajo

La hora y el lugar de las voladuras serán de conocimiento de todo el personal del proyecto (sólo se realizará un disparo por día como máximo)

Se avisará antes del disparo mediante toques de sirena, las operaciones mineras se detendrán y se bloquearán los accesos en un radio de 500m.

7.2 Suelo

7.2.1 Disminución de la Cantidad de Suelo Orgánico por las Actividades de Construcción

Todo el suelo orgánico removido por las actividades de construcción, será almacenado en un área exclusiva para utilizarlo en la etapa de cierre.

Se plantea ir formando suelo orgánico a partir del enriquecimiento con compost del suelo removido, aumentando su disponibilidad y contenido de nutrientes para la revegetación.

7.2.2 Disminución de la Calidad de Suelo por Potenciales Derrames de Combustibles o Insumos

Los combustibles e insumos serán transportados por empresas especializadas.

Los insumos serán almacenados en ambientes especialmente acondicionados con todas las medidas de seguridad y alejados de cuerpos de agua.

Se ha elaborado un Plan de Manejo de Materiales y sustancias Peligrosas y un Plan de Contingencias.

7.3 Topografía

7.3.1 Modificación de la Topografía Original

Se produce principalmente durante la etapa de construcción y operación de los principales componentes: Tajo, depósito de desmonte y pad de lixiviación.

Este impacto será mitigado en la etapa de cierre mediante el suavizado de los taludes y el perfilado del terreno para asemejarlo a las condiciones iniciales.

7.4 Agua Superficial y Subterránea

7.4.1 Modificación de la Calidad del Agua por Potencial Generación de Drenaje Ácido de Roca en el Depósito de Desmonte y en el Tajo durante la Etapa de Construcción y Operación

Durante la construcción del depósito de desmonte, se considera colocar una capa de caliza compactada previa a la colocación de la primera capa de desmonte para neutralizar posibles infiltraciones.

Para asegurar que las infiltraciones captadas del depósito de desmonte no presenten características ácidas, se intercalarán las capas de desmonte con capas de caliza finamente triturada y compactadas.

El diseño del depósito de desmonte considera un sistema de subdrenaje capaz de captar todas las infiltraciones dentro del depósito, las cuales serán colectadas en una poza, para luego ser recirculadas hacia el sistema de suministro de agua industrial.

Para el caso del tajo, el agua que eventualmente pueda acumularse en él, será bombeada hacia el sistema de suministro de agua industrial.

7.4.2 Modificación de la Calidad del Agua Subterránea por Potencial Infiltración desde el Depósito de Desmonte durante la Etapa de Operación

El depósito de desmonte contará con un sistema de subdrenaje tipo espina de pescado, capaz de captar todas las infiltraciones del depósito.

Las infiltraciones captadas, serán enviadas a una poza y luego recirculadas al sistema de suministro de agua industrial, obteniendo de esta manera cero descargas.

7.4.3 Modificación de la Calidad del Agua por Infiltración de Escorrentía y Soluciones Cianuradas del Pad de Lixiviación y Poza Asociadas Durante la Etapa de Operación

El pad de lixiviación contará con una capa de suelo de baja permeabilidad, revestimiento de geomembrana SST HDPE de 2.0 mm y una capa de mineral de

500mm de espesor a modo de sobrerrevestimiento. Asimismo, contará con un sistema de subdrenaje compuesto por una serie de tuberías perforadas de HDPE de pared doble dispuestas en forma de “espina de pescado”.

La poza PLS contará con un revestimiento doble de geomembrana HDPE de 1.5 mm sobre una capa de suelo de baja permeabilidad de 300mm de espesor y con un sistema de detección de fugas.

La poza de grandes eventos contará con un sistema de revestimiento simple de geomembrana lisa de HDPE de 1.5 mm, sobre una capa de suelo de baja permeabilidad de 300 mm de espesor.

7.4.4 Modificación de la Calidad del Agua Superficial por Descarga de Soluciones Remanentes del Pad y de la Planta de Procesamiento durante la Etapa de Cierre

Durante el cierre de la mina, se considera la destrucción de la solución cianurada pobre remanente del Pad de lixiviación y de la Planta de procesamiento.

El efluente con contenido de cianuro y metales, será tratado hasta cumplir con los valores establecidos en la Ley General de Aguas (LGA), para aguas de clase III.

Cuando se alcancen las concentraciones recomendadas por la LGA, se descargará el efluente hacia la Quebrada Sin Nombre, siendo el impacto de baja relevancia.

7.4.5 Modificación de la Calidad de Agua Superficial por Descarga de Infiltraciones del Depósito de Durante la Etapa de Cierre

Las infiltraciones del depósito de desmonte no presentarán características ácidas debido a la neutralización con caliza, por lo que su descarga no impactará al cuerpo receptor (afluente de la quebrada Millune).

7.5 Flora y Comunidades Vegetales Sensibles

7.5.1 Pérdida de Individuos por Remoción del Suelo Orgánico durante la Etapa de Construcción

Para evitar el impacto causado sobre la flora por las actividades de construcción, toda la vegetación que sea removida será llevada al área de almacenamiento de suelo orgánico y será utilizada como cobertura vegetal que protegerá la pila de suelo de la erosión hídrica y eólica. Posteriormente, estas especies serán utilizadas durante la etapa de cierre para las actividades de revegetación.

7.6 Fauna Silvestre

7.6.1 Perturbación de la Fauna Silvestre

Se realizará un Programa de Capacitación Ambiental a todos los trabajadores del proyecto Pucamarca, tanto de contratistas como personal de Minsur, con el fin de inculcarles buenas prácticas de conducta para con las especies de fauna y el entorno en general.

Se instalará un cerco perimétrico alrededor del campamento, el cual será construido con materiales no cortantes ni punzantes para evitar cualquier daño a especies que pudieran acercarse al campamento.

Se prohibirá el uso de las bocinas innecesariamente durante la circulación por los caminos. Asimismo, el tráfico de vehículos será planificado, de tal manera que las vías de transporte no se congestionen, disminuyendo así el flujo desordenado de vehículos que podría perturbar aun más a la fauna silvestre.

Considerando las costumbres tradicionales de utilizar la carne de aves, especies como el Suri podrían verse amenazadas con el aumento del número de personas en la zona del proyecto y la facilidad para acceder a áreas que antes eran inaccesibles. Por tal motivo, se prohibirá a todos los trabajadores y visitantes al proyecto Pucamarca la caza y recolección de especies de fauna. Dicha medida será de cumplimiento estricto.

Para evitar que accidentes de tránsito donde las especies de fauna estén involucradas, todos los tramos del acceso al proyecto donde las especies de fauna podrían cruzar serán señalizados, en especial la zona de la quebrada Fango. Asimismo, en caso de avistar especies de fauna en los caminos, los vehículos deberán detenerse.

7.7 Recursos Arqueológicos

Habiéndose identificado los sitios arqueológicos y establecido los impactos según los planes preliminares de Minsur, se realizaron los cambios de ubicaciones necesarios para no impactar los restos encontrados en el área del proyecto. El Certificado de Inexistencia de restos Arqueológicos (CIRA), se encuentra en trámite para su aprobación ante el INC.

En caso de encontrarse sitios arqueológicos que no se haya identificado previamente durante la excavación de la mina, se llevará a cabo estudios adicionales para catalogarlos adecuadamente antes de efectuar cualquier trabajo. De ser necesario, se llevará a cabo estudios potenciales, excavaciones arqueológicas y programas de preservación conforme a las leyes y reglamentos peruanos aplicables. Todos los recursos arqueológicos dentro del área del proyecto han sido o serán investigados e inventariados según se requiera hasta la obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).

8.0 PLAN DE CIERRE CONCEPTUAL

El Plan de Cierre de Mina Conceptual del Proyecto Pucamarca (PCC) tiene como principal objetivo el cumplimiento de las normas técnicas y ambientales vigentes aplicables a las actividades del sector minero, así como el cumplimiento de la política ambiental de Minsur S.A.

El Proyecto Pucamarca considera que luego de la implementación de las medidas establecidas en el plan de cierre, el área utilizada por el proyecto quedará en una situación de “ningún cuidado” (“Walk Away”), lo cual significa que el área cerrada y rehabilitada no requerirá de monitoreo, mantenimiento y tratamiento alguno posterior a la fecha de entrega. Previamente, Minsur deberá demostrar que ha cumplido con los objetivos de estabilidad física y química en cada uno de sus componentes y con la rehabilitación de las áreas utilizadas.

Los componentes principales del plan de cierre y rehabilitación final incluyen:

- Tajo abierto.
- Botadero de desmontes.
- Depósito de suelo orgánico.
- Instalaciones de chancado primario y fajas transportadoras de minerales.
- Pad de lixiviación.
- Instalaciones de procesamiento de la solución lixiviada.
- Instalaciones de suministro de agua de uso industrial y doméstico.
- Instalaciones de abastecimiento de combustible.
- Polvorín.
- Talleres, almacenes y oficinas.
- Línea de transmisión eléctrica.
- Vías de acceso para el transporte de minerales.
- Vías de acceso para el transporte de insumos y del personal.
- Campamento.
- Otras instalaciones.
- Recursos humanos.

Cierre Temporal

El Proyecto Pucamarca de acuerdo a su programa de producción no contempla la ocurrencia de un cierre temporal de mina durante su período de vida de siete años.

Sin embargo, esta opción no debe descartarse debido a que, como consecuencia de circunstancias económicas o laborales podría suspender temporalmente sus actividades, en cuyo caso implementará programas de cuidado y mantenimiento necesarios para proteger la salud y seguridad de las personas, poblaciones y el ambiente de su entorno durante este periodo.

Cierre Progresivo

Las actividades de cierre progresivo de mina son consideradas prioritarias, debido a que con su implementación a lo largo de los años de operación, se pueden obtener beneficios tanto ambientales como económicos de carácter significativo. El cierre progresivo es beneficioso para el ambiente porque permite una recuperación anticipada del terreno, buscando fundamentalmente asegurar su estabilidad física y química a lo largo de su ciclo de vida, tanto durante las etapas de construcción y operación, como en el cierre y post cierre.

Dentro de los componentes que abarcaría el cierre progresivo son la demolición, estabilidad física y geoquímica del tajo, depósito de desmontes y Pad de lixiviación, establecimiento de la forma del terreno, revegetación de áreas específicas y los programas sociales, que se llevarán a cabo durante toda la vida del proyecto.

Cierre Final

Las actividades de la etapa final de implementación de las medidas orientadas a asegurar la estabilidad física y geoquímica de los componentes remanentes del proyecto son parte del cierre final; asimismo, son parte de él, el desmantelamiento de las instalaciones, la demolición, recuperación y disposición, el establecimiento de la forma del terreno y la revegetación final.

Los componentes del proyecto que permanecerán en el sitio luego del cese de las operaciones mineras y luego de la desactivación, desmantelamiento y retiro de las instalaciones mineras son el tajo abierto, botadero de desmontes y el Pad de lixiviación.

9.0 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

El Plan de Relaciones Comunitarias del Proyecto Pucamarca comprende un conjunto de programas sociales orientados a maximizar sus impactos sociales positivos y a prevenir impactos sociales negativos, con la finalidad de que dicho proyecto contribuya efectivamente al desarrollo local y regional.

Minsur desarrollará dichos programas durante la vida del proyecto minero e implementará un sistema de monitoreo y evaluación para cada de uno de ellos, con el

objeto de asegurar su eficiencia, eficacia e impacto positivo en el ámbito de influencia social del proyecto Pucamarca.

Algunos de los programas que se desarrollarán serán los programas de empleo local, programa de compras locales, programa de desarrollo local, programa de comunicación y consultas y el programa participativo de monitoreo ambiental.

10.0 ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DEL PROYECTO

El análisis Costo-beneficio de la ejecución del Proyecto Minero Pucamarca se realizó sobre la magnitud y la dirección de los impactos (positivos y adversos) en el ambiente y de los impactos socioeconómicos. Por lo tanto, este análisis incorpora en su diseño la línea de base socio-económica del 2004, actualizada y ampliada el 2006, los resultados de entrevistas y las evaluaciones y recomendaciones de impacto ambiental.

El análisis costo-beneficio se realiza sobre los resultados esperados y no sobre los procesos. Al elaborarse sobre supuestos, el análisis costo-beneficio, está condicionado por el rigor en la aplicación del “Plan de Manejo Ambiental” y la implementación de medidas adecuadas para la sostenibilidad socioeconómica de las poblaciones perturbadas, afianzando en ambos casos, los impactos positivos y mitigando o rehabilitando los impactos adversos. Junto al “Plan de Manejo Ambiental”, el análisis costo-beneficio considera la responsabilidad social de la empresa, las recomendaciones de la Guía de Relaciones Comunitarias del Ministerio de Energía y Minas y las recomendaciones ambientales; así como la actual legislación, sobre todo la que contempla la distribución geopolítica del canon minero.