

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**Facultad de Ingeniería
Geológica Minera y Metalúrgica**



MINERA SHILA S. A. Y EL MEDIO AMBIENTE

Informe de Ingeniería

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

PRESENTADO POR :

Miguel Angel Correa Jumpa

Promoción : 1973 - 1

LIMA - PERU

1996

INDICE

1.0	INTRODUCCION	1
2.0	ANTECEDENTES	2
2.1	Historia	2
2.2.	Estructura Política Legal y Administrativa	2
2.3	Marco Legal del Estudio	3
2.3.1	Aspectos legales inherentes y legislación aplicable a la actividad	3
2.3.2	Principales características del Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades minero metalúrgicas.	4
2.3.3	Normatividad ambiental municipal	5
2.3.4	Protección de Recursos Hídricos	5
2.3.5	Prevención y control de ruidos nocivos y molestos.	7
2.3.6	Normas de calidad de aire y emisiones aplicables para el estudio	7
2.4	Visión general del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental	7
3.0	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES	8
3.1	Ubicación y Acceso	8
3.2	Ambiente Físico	8
3.2.1	Topografía y fisiografía	8
3.2.2	Clima y meteorología	8
3.2.3	Hidrología y hidrografía	11
3.2.4	Geología	12
3.2.5	Sismicidad	15
3.2.6	Calidad de agua	16
3.2.7	Calidad de suelos	17
3.2.8	Calidad de aire	17
3.3	Ambiente Biológico	18
3.3.1	Ecosistemas y hábitats	18
3.3.2	Flora local	19
3.3.3	Fauna local	19
3.4	Ambiente Socioeconómico	22
3.5	Ambiente de Interés Humano	22
4.0	DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES MINERO-METALURGICAS	23
4.1	Mina	23
4.1.1	Principales características	23
4.1.2	Método de minado	23
4.1.3	Tipo de sostenimiento	24
4.1.4	Sistema de extracción y transporte	24
4.1.5	Labores antiguas	24
4.2	Planta de Beneficio	25
4.2.1	Características generales	25
4.2.2	Descripción de las principales etapas del proceso	25

4.3	Infraestructura	27
4.3.1	Abastecimiento de energía eléctrica	27
4.3.2	Campamentos	28
4.3.3	Laboratorios	29
4.3.4	Oficinas y almacenes	29
4.4	Manejo de agua	29
4.4.1	Abastecimiento de agua	29
4.4.2	Descargas de agua	29
4.5	Manejo de Residuos	30
5.0	EVALUACION Y ANALISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	33
5.1	Ambiente físico	33
5.1.1	Topografía	33
5.1.2	Estabilidad física	33
5.1.3	Calidad del aire	33
5.1.4	Uso del terreno	34
5.1.5	Calidad del suelo	35
5.1.6	Calidad de agua	36
5.2	Ambiente Biológico	45
5.2.1	Ecosistema terrestre	45
5.2.2	Ecosistema acuático	46
5.3	Ambiente Socioeconómico	46
5.4	Ambiente de Interés Humano	46
6.0	PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACION	47
6.1	Rehabilitación de las Canchas de Relave Existentes	47
6.2	Estabilidad Química de la Roca de Desmonte de Apacheta	48
6.3	Recirculación del Agua del Espesador y Filtro	49
6.4	Control de Sólidos en Suspensión en las Aguas de Minas	49
6.5	Mejora del Manejo de Residuos Sólidos Domésticos	50
6.6	Mejora del Manejo de Residuos Líquidos Domésticos	50
6.7	Mejora del Manejo de Grasas, Aceites y Químicos	51
6.8	Mejora del Manejo de Residuos Metálicos	52
6.9	Protección Contra Derrames de Hidrocarburos	52
6.10	Control del Polvo Fugitivo de los Caminos	53
6.11	Cronograma de Inversiones e Implementación del PAMA	54
7.0	PLAN DE CONTINGENCIA	56
7.1	Rotura de la tubería de conducción de relave	56
7.2	Falla de la presa de relaves	56
7.3	Derrame de Combustibles y/o Aceites	57
8.0	PLAN DE CIERRE	58
8.1	Infraestructura	58
8.1.1	Campamentos	58
8.1.2	Central térmica	58
8.1.3	Abastecimiento de combustible	59
8.1.4	Caminos	59

8.2	Botaderos de Desmonte	59
8.2.1	Recontorneado	59
8.2.2	Recubrimiento y revegetación	60
8.2.3	Colección y tratamiento del drenaje	60
8.3	Planta Concentradora	60
8.4	Relave	60
8.4.1	Recontorneado	61
8.4.2	Recubrimiento y revegetación	61
8.4.3	Colección y tratamiento de las filtraciones	61
8.5	Mina	61
9.0	PLAN DE MONITOREO DE EMISIONES Y EFLUENTES	62
9.1	Monitoreo Durante las Operaciones	62
9.1.1	Calidad de agua	62
9.1.2	Calidad de aire	62
9.1.3	Aspectos biológicos	62
9.2	Monitoreo Posterior al Cierre	62
9.2.1	Calidad de agua	62
9.2.2	Aspectos biológicos	63

ANEXOS

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1:	Distribución de las acciones de Minera Shila S.A.	2
Cuadro 2.2:	Concesiones de Minera Shila S.A.	3
Cuadro 2.3:	Valores máximos de emisión para las unidades mineras en operación.	4
Cuadro 2.4:	Valores máximos de emisión para las nuevas unidades mineras.	5
Cuadro 2.5:	Limites de calidad de agua vigentes en el Perú, según la Ley General de Aguas.	6
Cuadro 2.6:	Concentración Máxima Aceptable de Contaminantes en el Aire según el Artículo 43, D.S. No. 046-93-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos.	7
Cuadro 3.1:	Trayecto de acceso desde Arequipa a la Mina.	8
Cuadro 3.2:	Parámetros básicos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la unidad minera.	11
Cuadro 3.3:	Caudal del río Collpamayo 500 m. aguas abajo de la ubicación de la cancha de relave No. 4.	12
Cuadro 3.4:	Leyes de mineral característico, 1995.	14
Cuadro 3.5:	Minerales económicos y de ganga.	14
Cuadro 3.6:	Sistemas de fracturamiento relacionados a la mineralización.	15
Cuadro 3.7:	Relación de aceleraciones máximas de los eventos sísmicos por año en un área de 600 km. alrededor del emplazamiento minero Shila, para el período 1963-1994.	16
Cuadro 3.8:	Calidad de agua de los diferentes cuerpos receptores agua arriba de las instalaciones mineras.	17
Cuadro 3.9:	Flora identificada en la zona de influencia de la unidad minera Shila.	20
Cuadro 3.10:	Avifauna identificada en la zona de influencia de la unidad minera Shila.	21
Cuadro 3.11:	Otros animales observados en la zona de influencia de la unidad minera Shila.	21
Cuadro 3.12:	Relación del personal, 1995.	22
Cuadro 4.1:	Resumen general de las reservas de mineral a diciembre de 1995.	23
Cuadro 4.2:	Resumen de las características del equipo de aire comprimido.	24
Cuadro 4.3:	Insumos de reactivos de flotación y medios de molienda, filtro, secado y despacho de concentrados durante 1995.	27
Cuadro 4.4:	Grupos generadores de la Central Térmica Shila.	27
Cuadro 4.5:	Resumen de la demanda de energía, 1995.	28
Cuadro 4.6:	Resumen de la utilización de los principales insumos, 1995.	28
Cuadro 4.7:	Relación de campamentos de la unidad minera.	28
Cuadro 4.8:	Resumen del uso de las canchas de relave.	30
Cuadro 4.9:	Composición mineralógica del relave.	31
Cuadro 4.10:	Granulometría representativa del relave.	32
Cuadro 4.11:	Volúmenes aproximados de roca de desmonte almacenados a la salida de cada bocamina a abril de 1996.	32
Cuadro 5.1:	Concentraciones promedio de contaminantes en las emisiones de la central térmica.	34

Cuadro 5.2:	Análisis de los resultados del monitoreo de los efluentes del nivel 5120 de la mina Pillune y del nivel 5050 de la mina Apacheta.	37
Cuadro 5.3:	Relación de las estaciones de control de calidad de efluentes líquidos industriales.	37
Cuadro 5.4:	Resultados obtenidos durante el monitoreo de los efluentes del nivel 5070 de la mina Pillune y del nivel 5050 de la mina Apacheta, en cumplimiento de la Resolución Ministerial 011-96-EM/VMM.	38
Cuadro 5.5:	Resultado del análisis ABA del material de los botaderos de desmonte.	39
Cuadro 5.6:	Análisis de cabeza y lixiviación por ICP sobre el material de desmonte.	40
Cuadro 5.7:	Resultado del monitoreo ejecutado en la descarga de la planta concentradora en cumplimiento de la R.M. 011-96-EM/VMM.	41
Cuadro 5.8:	Análisis del efluente de la cancha de relave No.3.	42
Cuadro 5.9:	Resultado del monitoreo ejecutado en la descarga de la cancha de relave No.3 en cumplimiento de la R.M. 011-96-EM/VMM.	42
Cuadro 5.10:	Comparación de los niveles permisibles de descarga para unidades nuevas y los valores estimados para el vertimiento de la cancha de relave No.4.	43
Cuadro 5.11:	Resultados del análisis ABA para el material de las relaveras.	43
Cuadro 5.12:	Estación de monitoreo del efluente de los pozos sépticos.	44
Cuadro 5.13:	Resultados del monitoreo del rebose del pozo séptico, P. C. No.3.	44
Cuadro 6.1:	Proyectos de mitigación a implementarse como parte del PAMA.	54
Cuadro 6.2:	Cronograma de implementación e inversiones del PAMA.	55

1.0 INTRODUCCION

Debe destacarse que el sector Energía y Minas ha sido el primero en implementar una legislación ambiental, los avances producidos en esta materia son significativos.

Una paulatina toma de conciencia de la gente del sector está permitiendo que las imágenes negativas queden atrás, ya que la minería ha sido frecuentemente vista como una de las industrias más contaminantes, nuestra responsabilidad ahora es lograr un equilibrio adecuado entre el desarrollo de la actividad minera y la conservación del ambiente. Está demostrado que la minería puede ser desarrollada de una manera económicamente viable y ambientalmente responsable.

La legislación ambiental tiene que ser complementada con un sistema de educación que contemple al factor ambiental como parte integrante del saber humano en todas las áreas del conocimiento, gran parte de las acciones negativas para con la naturaleza se deben al desconocimiento. La tarea de educar para crear una conciencia ambiental colectiva será ardua, requerirá de mecanismos que instruya al individuo de toda edad y condición.

Ante esta realidad y en cumplimiento del Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica, D.S. No. 016-93-EM, y de su modificatoria el D.S. No. 059-93-EM, Minera Shila S.A., empresa dedicada a la explotación mediante métodos de minería subterránea de un yacimiento con valores de oro y plata, actividad que incide sobre el medio ambiente inició en 1994 un programa de monitoreo ambiental destinado a la recolección de información de calidad de agua de sus efluentes y de los ríos que drenan su zona de influencia. En marzo de 1995, preparó su informe de Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP), el cual resumía los resultados del monitoreo efectuado e incluía una primera evaluación ambiental de sus operaciones.

El presente trabajo incluye, de acuerdo a lo requerido por la legislación vigente, una evaluación completa de los impactos ambientales ocasionados por las operaciones de Minera Shila, así como las medidas de mitigación a adoptarse durante los próximos años. Asimismo, se incluye un Plan de Contingencia, un Plan de Cierre y un Programa de Monitoreo.

La empresa tiene su centro de operaciones en el distrito de Chachas, provincia de Castilla, departamento de Arequipa, a una altitud entre 4,540 y 5,420 msnm. El mineral es procesado en su planta concentradora, llamada "Concentradora Shila", que tiene una capacidad de tratamiento de 250 TM/día de mineral de cabeza y está ubicada en el valle del río Cacamayo, paraje Pampa de Vizcachas, a una altitud de 4,650 msnm. El relave del proceso de concentración es llevado a una cancha de relave ubicada a 2,000 m. al ENE de la planta concentradora. La empresa cuenta además con campamentos, una casa de fuerza, talleres, y otras instalaciones auxiliares.

2.0 ANTECEDENTES

2.1 Historia

Luego de varios años de exploraciones superficiales y laboreos subterráneos, Minera Shila inicia sus operaciones en forma completa en febrero de 1990, con labores de minado subterráneo que abastecían un promedio de 100 TCS/día para un proceso de concentración por flotación y gravimetría. A fines del mismo año ya se estaban tratando 150 TCS/día, mientras que en setiembre de 1992 se pone en funcionamiento la Planta Concentradora a una capacidad de 250 TCS/día. En la actualidad la planta trabaja a un promedio de 220 TCS/día por limitaciones de reservas.

2.2 Estructura Política, Legal y Administrativa

Minera Shila S.A. es una empresa inscrita en el Asiento No. 001 de la Ficha No. 001091 del Libro de Sociedades Contractuales y Otras Personas Jurídicas de la Oficina Registral Regional de Arequipa, tiene por RUC el No. 10023041, y su domicilio legal está en Jr. Luis N. Sáenz 447 Jesús María, Lima.

Según la Escritura de Constitución de la empresa, Minera Shila S.A. está representada por 9,966,650 acciones de un nuevo sol cada uno distribuidas de la siguiente forma:

Cuadro 2.1.: Distribución de las acciones de Minera Shila S.A.

Accionista	Porcentaje de Acciones
CEDIMIN S.A.	50.000
Compañía de Minas Buenaventura S.A.	49.667
Compañía de Minas Orcopampa S.A	0.333

Los derechos mineros están fuera de toda zona urbana, a 5000 msnm, en la Cordillera Chila, distrito de Chachas, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.

Con R.D. 298/87-EM-DGM del 1ro de noviembre de 1987 se constituye la Unidad Económica Administrativa GERDI APACHETA a favor de CEDIMIN S.A., para luego, con R.D. 213-90-EM-DGM/DCM del 16 de abril de 1990, pasar a nombre de Minera Shila S.A. Posteriormente, con R.D. 152-95-EM/DGM se aprueba la inclusión del denuncia Ancoyo No. 3, de 950 ha, con Padrón No. 77, dentro de la mencionada Unidad, haciendo un total de 4,964.7542 ha. El rango inicial de la primera etapa de este proyecto es de 100 TMS/día, mientras que el rango máximo es de 350 TMS/día.

El siguiente cuadro muestra las concesiones de Minera Shila S.A.

Cuadro 2.2: Concesiones de Minera Shila S.A.

Concesión	Padrón No.	Area (ha)
Ancoyo I	64	1,000
Ancoyo II	65	1,000
Ancoyo No. 4	68	975
Gerdi No. 3	73	975
Gerdi No.1	75	64.7542
Ancoyo No.3	77	950
TOTAL		4,964.7542

Minera Shila S.A. desarrolla sus operaciones mineras sobre terrenos eriazos expropiados de la comunidad de Chachas, los cuales luego de los trámites respectivos fueron inscritos en el Registro Público de Minería de Arequipa y en el Registro de la Propiedad Inmuebles, Región Arequipa.

Por Resolución Directoral del 18 de febrero de 1993, la Dirección General de Minería aprobó la ampliación de la planta concentradora de una capacidad de 100 a 250 TMS/día de tratamiento, mientras que por R.D. No. 023-94-EM/DGM del 10 de febrero de 1994 se otorga el título de la Concesión de Beneficios denominada Concentradora Shila, con un área de 48 ha. ampliándose luego a 70 ha. por R.D. No. 343-96-EM/DGM del 11 de setiembre de 1996. Dichas resoluciones regularizan la situación de la planta.

El área que ocupan las canchas de relaves No. 3 y 4 ha sido adquirida del Sr. Reynaldo Quispe Alcacivincha, habiendo sido inscrita la transferencia tanto en Registros Públicos de Minería de Arequipa como en los Registros de la Propiedad Inmuebles, Región Arequipa. El área materia de la transferencia fue de 103 ha..

La empresa efectuó el trámite respectivo para uso de aguas, aprobándose la captación de 10 L/S por R.A. 015-95 AG-DRAA-ATDR.CM del 9 de marzo de 1995.

2.3 Marco Legal del Estudio

2.3.1 Aspectos legales inherentes y legislación aplicable a la actividad

El texto legal más importante en materia ambiental es el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, D.L. 613, del 7 de setiembre de 1990, publicado al día siguiente en el Diario Oficial El Peruano. A partir de este Código se han elaborado reglamentos sobre temas o sectores específicos tales como el Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Minero-metalúrgicos. Otras normas legales hacen referencia a temas ambientales del sector minero, aunque no son su tema central. Una de ellas es el Texto Unico Ordenada de la Ley General de Minería, aprobado por D.S. 014-92-EM, del 2 de junio 1992, el cual contiene en su título décimo quinto las disposiciones sobre protección del ambiente.

Finalmente, es preciso señalar que en 1994 se inició la publicación de una serie de guías, que incluyen las pautas y procedimientos para los programas de monitoreo respecto a diversos factores ambientales, en cumplimiento del artículo 5 del D.S. 059-93-EM del 10 de diciembre de 1993. Hasta el momento el Ministerio de Energía y Minas (MEM) ha publicado, para el

sub-sector Minería, Protocolos de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones, y Calidad de Agua, así como guías para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental. Asimismo, se han publicado una serie de guías de manejo ambiental para las actividades mineras.

2.3.2 Principales características del Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Minero-metalúrgicos

El Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Minero-metalúrgicas norma la interrelación de las actividades de explotación y beneficio de minerales con el ambiente. Para ello define las obligaciones en materia ambiental de los Titulares de Concesiones Mineras y/o de Beneficio.

Para lograr dicho objetivo crea o detalla varios instrumentos y agentes de gestión ambiental. Entre ellos crea los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), así como las figuras de Auditor Ambiental Interno y Externo. Define cual es la autoridad competente en asuntos técnicos y cual es la autoridad administrativa competente. También especifica el contenido de los PAMAs aplicables al sector.

El artículo 4 de que dispositivo legal establece que el MEM queda facultado para aprobar los niveles máximos permisibles y que la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) publicará las Guías de Manejo Ambiental Minero. Los Niveles Límites Permisibles para los Efluentes fueron establecidas mediante la Resolución Ministerial No. 011-96-EM/VMM, del 10 de enero de 1996. El Cuadro 2.3 muestra los límites de descarga establecidos para las unidades mineras en operación, y son éstos aquellos con los que Minera Shila deberá cumplir al finalizar la implementación del presente PAMA. El Cuadro 2.4 presenta los límites de descarga para nuevas operaciones mineras, los mismos que las actuales unidades mineras en operación deberán cumplir dentro de diez años.

Cuadro 2.3: Valores máximos de emisión para las unidades mineras en operación.

Parámetro	Muestras puntuales	Promedio anual
pH	5.5 - 10.5	5.5 - 10.5
Sólidos en suspensión (mg/L)	100	50
Plomo (mg/L)	1.0	0.5
Cobre (mg/L)	2.0	1.0
Zinc (mg/L)	6.0	3.0
Hierro (mg/L)	5.0	2.0
Arsénico (mg/L)	1.0	0.5
Cianuro total (mg/L)	2.0	1.0

Cuadro 2.4: Valores máximos de emisión para las nuevas unidades mineras

Parámetro	Muestras puntuales	Promedio anual
pH	6 - 9	6 - 9
Sólidos en suspensión (mg/L)	50	25
Plomo (mg/L)	0.4	0.2
Cobre (mg/L)	1.0	0.3
Zinc (mg/L)	3.0	1.0
Hierro (mg/L)	2.0	1.0
Arsénico (mg/L)	1.0	0.5
Cianuro total (mg/L)	1.0	1.0

La autoridad competente para velar por la aplicación y estricto cumplimiento del Reglamento es la Dirección General de Minería (DGM), con el asesoramiento de la DGAA. La DGM tiene la facultad de calificar las faltas ocasionadas, en materia de protección ambiental, por todos los que realizan actividades minero-metalúrgicas y establecer las sanciones correspondientes, previa opinión de la DGAA.

2.3.3 Normatividad ambiental municipal

La Ley Orgánica de Municipalidades (LOM), Ley 23853 del 8 de junio 1964, norma la organización, autonomía, competencia, funciones y recursos de las municipalidades. Por intermedio de esta Ley, corresponde a las municipalidades, según el caso, planificar, ejecutar e impulsar a través de organismo competentes el conjunto de acciones destinadas a proporcionar al ciudadano el ambiente adecuado para la satisfacción de sus necesidades vitales de vivienda, salubridad, abastecimiento, educación, recreación, transportes y comunicaciones (Art. 62).

Son funciones de las municipalidades: (1) velar por la conservación de la flora y fauna locales y promover ante las entidades respectivas las acciones necesarias para el desarrollo y aprovechamiento de sus recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción, así como promover el aprovechamiento de sus recursos energéticos; (2) normas y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental, el aseo, la higiene y la salubridad en establecimientos comerciales, industriales y otros; (3) establecer medidas de control de ruido, del tránsito y de los transportes colectivos.

2.3.4. Protección de Recursos Hídricos

En lo referente a la protección de recursos hídricos, la Ley General de Aguas, D.L. 17752, y sus modificaciones a los títulos I, II y III según el D.S. 007-83-SA, establecen los valores límites para efectos de protección de las aguas superficiales según una clasificación de usos, los cuales se muestran en el Cuadro 2.5.

Cuadro 2.5: Límites de calidad de agua vigentes en el Perú según la Ley General de Aguas

Parámetro	Unidad	USO DE CURSO DE AGUA					
		I	II	III	IV	V	VI
Aluminio	mg/L	-	-	-	1.00	+1	-
Arsénico	mg/L	0.10	0.10	0.20	1.00	0.01	0.05
Bario	mg/L	0.10	0.10	-	0.50	+0.50	-
Cadmio	mg/L	0.01	0.01	0.05	-	0.0002	0.004
Cianuro	mg/L	0.20	0.20	0.005	-	0.005	0.005
Cobalto	mg/L	-	-	-	0.20	+0.20	-
Cobre	mg/L	1.00	1.00	0.50	3.00	+0.01	-
Color	mg/L	0	10	20	30	+30	-
Cromo hexa	mg/L	0.05	0.05	1.00	5.00	0.05	0.05
Coliformes totales	NMP/ 100 mL	8.8	20,000	5,000	5,000	1,000	20,000
Coliformes fecales	NMP/ 100 mL	0	4,000	1,000	1,000	200	4,000
Oxígeno disuelto	mg/L	3	3	3	3	5	4
D.B.O.	mg/L	5	5	15	10	10	10
Fenoles	mg/L	0.0005	0.001	+0.001	-	0.002	0.002
Hierro	mg/L	0.30	0.30	1.00	-	-	-
Fluoruros	mg/L	1.50	1.50	2.00	5.00	-	-
Litio	mg/L	-	-	-	-	+5.00	-
Magnesio	mg/L	-	-	1.50	-	-	-
Manganeso	mg/L	0.10	0.10	0.50	-	-	-
Material Ext. de Hexano	mg/L	1.50	1.50	0.50	0.00	No Perc	-
Mercurio	mg/L	0.002	0.002	0.01	-	0.0001	0.0002
Nitrato	mg/L	0.01	0.01	0.01	-	-	-
Níquel	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.50	0.002	-
pH		5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	-
Plata	mg/L	0.05	0.05	0.05	-	-	-
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.10	-	0.01	0.03
P.C.B.	mg/L	0.001	0.001	+0.001	-	0.002	0.002
Selenio	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.05	0.005	0.01
Sulfuros	mg/L	0.001	0.002	+0.005	-	0.002	0.002
Zinc	mg/L	5	5	25	-	0.020	-

Nota:

- I. Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
- II. Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y clorinación aprobados por el Ministerio de Salud.
- III. Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
- IV. Aguas de Zonas Recreativas de contacto primario.
- V. Aguas de Zona de Pesca de Mariscos Bivalvos.
- VI. Aguas de Zonas de Preservación de fauna acuática y pesca recreativa o doméstica.

Fuente: Ley General de Aguas D.L. No. 17752, y sus modificaciones al Reglamento de los títulos I, II y III según el D.S. No. 007-83-SA.

2.3.5. Prevención y control de ruidos nocivos y molestos

En lo referente a la prevención y control de ruidos nocivos y molestos, aún no hay disposiciones al respecto para zonas rurales. Por lo tanto la única norma al respecto aplicable al presente informe es el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

2.3.6 Normas de calidad de aire y emisiones aplicables para el estudio

Aún no se establecen límites específicos ni para la calidad de aire ni para las emisiones atmosféricas para el sector minero-metalúrgica. Debido a que la unidad minera cuenta con su propia Casa de Fuerza, se presentan en el Cuadro 2.6, a manera de referencia, las concentraciones máximas aceptables de contaminantes presentes en el aire fijadas por el Artículo 43 del D.S. No. 046-93-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, del 12 de noviembre de 1993.

Cuadro 2.6: Concentración Máxima Aceptable de Contaminantes en el Aire según el Artículo 43, D. S. No. 046-93-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos.

Parámetro	Límites Recomendados
Contaminantes Convencionales	
Partículas, promedio 24h	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monóxido de carbono (CO), promedio 1h /8h	35 mg/m^3 / 15 mg/m^3
Gases Acidos	
Acido Sulhídrico (H_2S), promedio 1h	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de azufre (SO_2), promedio 24h	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oxidos de nitrógeno (NO_x), promedio 24h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Compuestos Orgánicos	
Hidrocarburos, promedio 24h	15000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

2.4 Visión general del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental

El Programa de Adecuación y Manejo Ambiental ha sido elaborado con el propósito de prevenir y mitigar el deterioro ambiental futuro causado por las operaciones minero-metalúrgicas de la unidad minera en actual producción.

Este programa de adecuación consiste en una serie de medidas de mitigación así como en la identificación de impactos ambientales producidos por las instalaciones existentes, las que serán evaluadas de acuerdo a sus elementos contaminantes y con referencia en primer lugar a los niveles máximos permisibles, a los impactos en general, a las instalaciones actuales y a los proyectos que la empresa prevé ejecutar durante los siguientes 5 años. El Programa de Manejo Ambiental es complementado con un Programa de Monitoreo para la vigilancia y control de las descargas de los efluentes al medio ambiente y de las emisiones a la atmósfera, un Plan de Contingencia y un Plan de Cierre.

3.0 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

3.1 Ubicación y Acceso

Las instalaciones de Minera Shila están ubicadas en los cerros Apacheta, Pillune y Sando Alcalde, y en los valles de los ríos Cacamayo y Collpamayo, entre 4,540 y 5,420 msnm, en el distrito de Chachas, provincia de Castilla, departamento de Arequipa.

Orográficamente, la unidad minera se localiza en la cordillera Chila, emplazada en la parte sur-occidental de los Andes.

El área es delimitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur 15°20'14" a 15°23'23"

Longitud Oeste 72°10'26" a 72°06'28"

La ubicación se muestra en la Lámina No. 1.

El acceso es posible desde la ciudad de Arequipa, cubriendo una distancia de 274 km. por la ruta Yura, Sibayo, Caylloma, Peñas Blanca, Shila, la cual es resumida en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Trayecto de acceso desde Arequipa a la Mina.

TRAMO	DIST (km.)	CARRETERA	TIEMPO (horas)
Arequipa - Yura	25	Asfaltada	0.5
Yura - Caylloma	190	Afirmada	5.0
Caylloma - Peñas Blancas	15	Trocha carrozable	0.5
Peñas Blancas - Shila	44	Trocha carrozable	1.5
TOTAL	274		7.5

3.2 Ambiente Físico

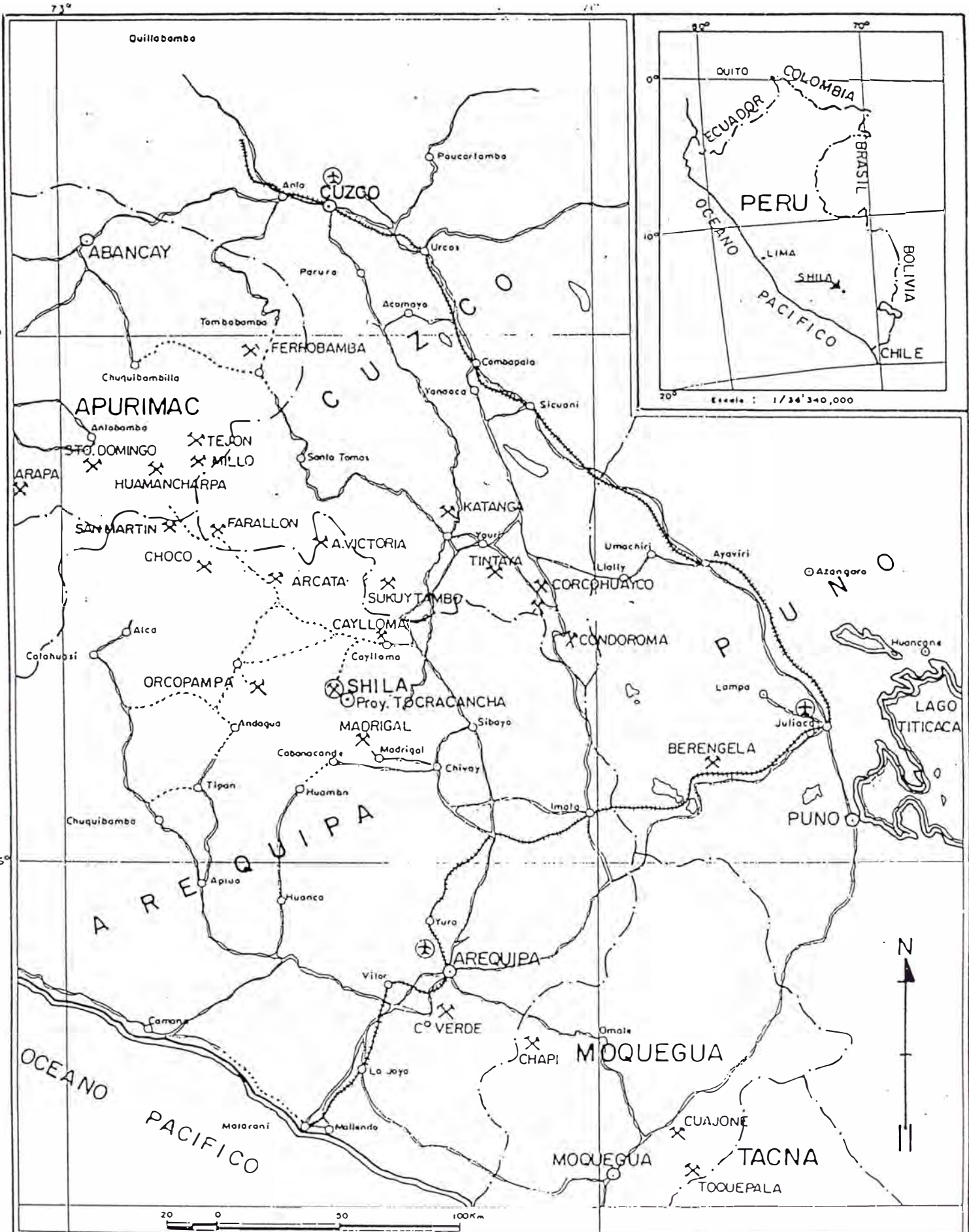
3.2.1 Topografía y fisiografía

La unidad minera se emplaza en una zona de altas cumbres de la Cordillera de los Andes, a una altura que varía entre 4,540 a 5,420 msnm. Toda la región presenta un relieve característico de altas cordilleras, es decir, cumbres agudas, angulares y escarpadas. La acción fluvio-glaciar ha causado elevaciones intermedias de corta extensión dando origen a colinas y a una superficie ondulada con depresiones que ocupan las actuales lagunas. Los valles juveniles conforman la red hidrográfica de la zona.

3.2.2 Clima y meteorología

Minera Shila cuenta con su propia estación meteorológica, la cual consiste de un equipo WEATHER MONITOR II, ubicado en la parte superior de las oficinas administrativas de la empresa, cerca a la Planta Concentradora. Los parámetros meteorológicos registrados de forma automática y continua son dirección y velocidad del viento, temperatura, precipitación, humedad relativa y presión barométrica. El Cuadro 3.2 muestra las características

meteorológicas derivadas de los registros horarios del período comprendido entre el 2 de noviembre de 1994 y el 27 de septiembre de 1995.



LEYENDA

- ==== Carretera Pavimentada y/o Afirmada
- ==== Carretera Afirmada y/o Trocha
- ++++ Ferrocarril
- X Centro Minero
- Límite Departamental

MINERA SHILA S.A.

PLANO DE UBICACION
Y ACCESO
A MINAS

ESCALA
Indicada

Por:
Rev:
Dib: A. RIVERA G.
Esc: DICIEM. '95

LAM. No.
1

Cuadro 3.2: Parámetros básicos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la unidad minera.

Parámetro	Valor
Temperatura mínima media	-3.4 °C
Temperatura máxima media	15.8°C
Temperatura media	3.8°C
Precipitación anual ¹	730 mm
Velocidad del viento	5.9 km/h
Dirección predominante del viento	ESE-SE
Presión barométrica	439 mm
Humedad relativa	19.4 %

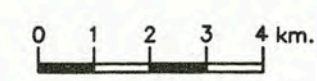
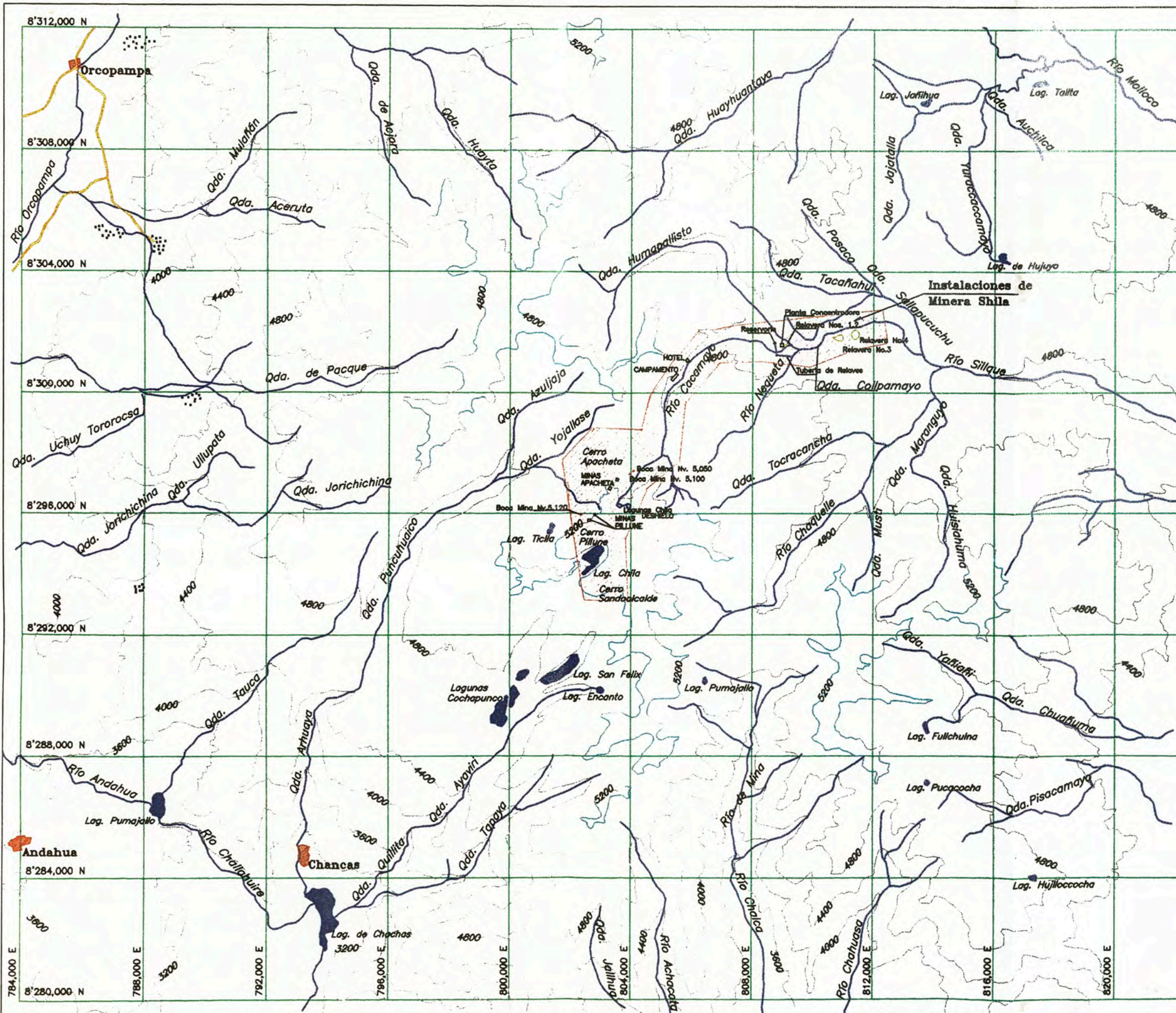
El clima se caracteriza por la rarefacción de la atmósfera debido a la altitud de la zona. La temperatura son bajas con variaciones de hasta 25°C entre el día y la noche. Las precipitaciones son variadas marcando dos estaciones: un período de estiaje que va de mayo a octubre y un período de nevadas de noviembre de abril. Los vientos tienen una dirección predominante oscilando entre ESE y SE, son casi continuos, fuertes y se intensifican en las tardes, contribuyendo así a enfriar y secar el ambiente; en general se puede decir que hay dos tipos de clima: Clima de Tundra Seca de Alta montaña entre los 3,800 y los 5,000 msnm, y Clima de Nieve Perpetua de Alta Montaña encima de los 5,000 msnm.

3.2.3 Hidrología e hidrografía

La unidad minera se localiza muy cerca a la divisoria de aguas de los ríos Collpamayo y Puncuhuaico. La mayor parte de las instalaciones y la bocamina Apacheta drenan al primero de los nombrados, mientras que la bocamina Pillune drena directamente al Puncuhuaico. Las labores de Sando Alcalde no drenan en la actualidad, aunque de hacerlo sería a la quebrada Ayaviri afluente del Puncuhuaico, ambos ríos pertenecen a la cuenca del río Colca, el cual aguas abajo se transforma en el río Majes, y luego en el río Camaná, en la vertiente del Océano Pacífico.

El río Cacamayo nace de los deshielos del nevado Chila. El río Collpamayo nace de la confluencia de los ríos Humapallisto, el cual nace en el Nevado Chinchón, y Cacamayo. El río Nequeta nace en el Nevado Huahuahua y tiene 5,250 m de largo hasta su desembocadura en el río Collpamayo, el caudal del cual se incrementa con los aportes de los ríos

¹ El pluviómetro de la estación meteorológica de la unidad minera presentó problemas durante su funcionamiento debido a no estar diseñado para una zona en la que la precipitación se presenta mayormente en forma de nieve y granizo, razón por la cual los valores obtenidos para la precipitación fueron considerados no acordes con la realidad. Por lo tanto el valor del parámetro precipitación anual fue calculado según el método recomendado en el Estudio de la Hidrología del Perú (Convenio de Cooperación Técnica Instituto Italo-Latinoamericano, SENAMHI y UNI, 1983), el cual relaciona para la zona de la unidad minera el valor de la precipitación anual con la distancia del emplazamiento a la divisoria de aguas, obteniéndose como resultado un valor de 730 mm/año. Este valor se comparó con el registro pluviométrico de la estación meteorológica del SENAMHI denominada Chachas, la cual se encuentra ubicada en la provincia de Castilla, departamento de Arequipa, en las coordenadas 15°30' de latitud Sur y 72°16' de longitud Oeste, a una altitud de 3,055 msnm. Este registro se extiende entre 1964 y 1990, siendo la máxima precipitación anual registrada igual a 439.5 mm y el promedio anual 224.6 mm. Si bien esta estación está localizada 24.7 km. al SW de la unidad minera, los valores registrados son menores a los asumidos.



MINERA SHILA S.A.					
PROYECTO:					
PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL					
PLANO:					
MAPA BASE REGIONAL					
DISEÑO:	DIBUJO CAD:	REVISADO:	ESCALA:	FECHA:	PLANO No.
A.B.P.	P.E.M.	A.S.A.	E/G	JULIO 96	
					1

Sallapucuchu, Chaquelle y Chingara dando nacimiento al río Sillque. El río Puncuhuaico es conformado por las quebradas Azuljaja y Yojallase, al NW del cerro Apacheta, las cuales nacen de los nevados Yuaytacondorsenjan y Huamanihuayta. Cabe mencionar que los nevados de la zona tienen mucha importancia en el régimen hidrológico de los ríos y de las lagunas.

Los caudales del río Collpamayo fueron monitoreados durante la ejecución del Programa de Monitoreo unos 500 m aguas abajo del emplazamiento de la cancha de relaves No. 4, obteniéndose los registros mostrados en el Cuadro 3.3. El Plano 1 ilustra la configuración de la red hidrográfica y el área donde minera Shila desarrolla sus actividades.

Cuadro 3.3: Caudal del río Collpamayo 500 m. aguas abajo de la ubicación de la cancha de relave No. 4.

Fecha	Und.	05/94	08/94	09/94	10/94	11/94	01/95	02/95
Caudal	m ³ /s	0.38	0.17	0.49	0.49	0.14	1.49	0.95

3.2.4 Geología

(i) Geología regional

En la región afloran unidades litológicas, sedimentarias y volcánicas cuyas edades están comprendidas entre el Jurásico y el Cuaternario. En la región afloran ampliamente las rocas volcánicas del Terciario sobreyaciendo en discordancia angular a las unidades sedimentarias del Mesozoico. A continuación se describen brevemente las diferentes unidades estratigráficas.

* Rocas sedimentarias del Mesozoico:

Grupo Yura: areniscas blancas gris amarillentas y cuarcitas gris claras intercaladas por delgados horizontes de lutitas gris oscuras. Por correlación estratigráfica se le asigna una edad del Jurásico Superior a Cretáceo Inferior (Caloviano - Neocomiano).

Formación Murco: lutitas abigarradas, areniscas rojo violáceos y lutitas púrpuras. Esta unidad sobreyace concordante al grupo Yura. Se le asigna una edad del Cretáceo Inferior (Neocomiano Superior - Aptiano).

Formación Arcurquina: calizas arenosas de coloración gris clara. Se le asigna una edad del Cretáceo Medio a Superior (Albiano al Coniaciano).

* Rocas volcánicas del Terciario:

Grupo Tacaza: más del 50% de las rocas volcánicas que afloran en la región pertenecen al Grupo Tacaza, el que ha sido dividido en las formaciones Orcopampa e Ichocollo. Se le asigna una edad del Mioceno.

Formación Orcopampa: lavas grises, verdosas y violáceas, generalmente de composición andesítica, además de brechas y tufos de composición dacítica - riolítica de coloraciones claras, las que son medianamente compactadas.

Formación Ichocollo: lavas andesíticas, grs oscuras, fuertemente compactadas (ignimbríticos).

* Rocas volcánicas del Cuaternario:

Grupo Andagua: conos de cenizas y de escoria (estrambolianos) y lavas fragmentadas de composición andesítica - basáltica, altamente vesiculadas.

* Depósitos aluviales recientes:

Terrazas fluviales: conglomerado compuesto de gravas, gradando hasta arenas, que consiste mayormente de roca de procedencia volcánica (lava, tufos, etc.), transportados y depositados durante el Cuaternario.

Depósitos coluviales: guijarros, gravas y arenas mal clasificadas que rellenan depresiones o fueron acumuladas al pie de taludes.

(ii) *Geología local*

* Rocas volcánicas:

En Shila el volcanismo Tacaza se manifiesta por voluminosos productos piroclásticos de naturaleza calco - alcalina, identificados como tufos, tufos brechas, diques brechas y brecha hidrotermales. La parte basal de todo este paquete forma los volcánicos Santa Rosa que están conformadas por piroclásticas brechosos de composición dacítica - andesítica de colaboraciones violáceas y gris oscuras.

En el área de Apacheta afloran ampliamente los piroclásticos de flujo de coloración verdosa, las cuales están compuestos por plagioclasas euhedrales, cuarzo de bordes corroídos, biotitas de formas pseudo hexagonales, todos embebidos en un matriz tufácea. Ligeramente contemporánea o posterior a los piroclásticos de flujo ocurre un cuerpo subvolcánico (domo) de composición riódacítica. En medio de las anteriores se exponen pequeños cuerpos elongados de tufos brecha y en dimensiones mucho menores brechas poligénicas; ambos son probablemente de origen freático.

Finalmente, cortando a toda la secuencia se tiene los diques brecha compuesto por fragmentos redondeados de dacitas porfíricas, tufos riolíticos y otros, en una matriz tufácea de coloración gris oscura, estos son post mineral y de génesis freática.

En el área de Pillune y Sando Alcalde se emplazan volcánicos fuertemente soldados, de coloración gris oscuras, de composición dacítica. Por los litoclastos que ocurren en las partes superficiales, y debido a que al parecer algunos de ellos son componentes esenciales, se podría definir que son tufos fuertemente soldados (ignimbritas), que se habrían originado por el colapso de un domo en crecimiento.

Complementando la secuencia de rocas volcánicas, en la periferie del yacimiento se exponen derrames laterales y conos escoriáceos del volcanismo Andagua.

* Rocas intrusivas:

Las rocas intrusivas afloran como pequeños stocks y sills en el área de Pillune y Sando Alcalde. El intrusivo granodiorítico es de textura porfirítica compuesta por plagioclasas, biotita, hornblenda, cuarzo y epidota en microfracturas. Son de colores blanco rosáceo en superficie intemperizada, y gris blanquecina en superficie fresca.

En realidad, éstos son productos de la fase intrusiva del mismo volcanismo, formados por diferenciación magmática que se hallan en reservorios por encima de las zonas de subducción. En el área de Pillune y cerro Apacheta se exponen dacitas porfiríticas, emplazadas en antiguas fallas de orientación noreste.

(iii) Geología del Yacimiento Shila

Shila se define como un yacimiento epitermal de metales preciosos en los volcánicos del Terciario (grupo Tacaza), que son de naturaleza calco - alcalina. Se presentan diversas texturas típicas de yacimientos epitermales, predominando en la zona de Apacheta la brechosa y bandeada, mientras que en Pillune y Sando Alcalde es típica la textura brechosa, colofoma, bandeada y crustiforme. Las partes basales son volcánicos conformados por materiales piroclásticos brechosos de composición dacítica - andesítica.

Se diferencia tres tipos predominantes de alteración hidrotermal:

1. Como la textura predominante es la brechosa, la alteración cuarzo - sericítica ocurre dentro de la estructura mineral y está siempre asociada a concentraciones de valores económicos.
2. La argilización ocurre formando halos en ambas cajas de la estructura mineral de 0.40 m 3.00 m de ancho. Tienen mayor desarrollo en la caja techo y lateralmente son indicativos de proximidad a clavos de valores económicos.
3. La alteración propilítica es de mayor desarrollo, alejándose de las estructuras mineralizadas, mayormente afecta a las rocas del área de Apacheta.

El Cuadro 3.4 muestra las leyes del mineral característico, mientras que el Cuadro 3.5 muestra los minerales económicos y de ganga, así como su composición.

Cuadro 3.4: Leyes de mineral característico, 1995

oz. Au/TCS	oz. Ag/TCS	% Pb.	% Zn.	% Cu.	% Fe.
0.251	6.90	0.33	0.46	0.03	2.50

Cuadro 3.5: Minerales económicos y de ganga.

Minerales Económicos	Composición	Ganga	Composición
Galena argentífera	PbS	Cuarzo	SiO ₂
Calcopirita	CuFeS ₂	Pirita	FeS ₂
Tetrahedrita	Cu ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	Rodocrosita	MnCO ₃
Proustita	Ag ₃ AsS ₃	Rodonita	MnSiO ₃
Oro nativo	Au	Calcita	CaCO ₃
Plata nativa	Ag	Cuarzo Amatista	SiO ₂

Nota : estudios indican la presencia en menor cantidad de pearceita, mackinstita, luzonita, bornita y covelita.

(iv) Geología estructural

A nivel regional el área está afectada por un fallamiento en bloques, generalmente profundo y que afecta hasta las formaciones geológicas del Mioceno. Un primer juego de fallas sigue la dirección NO-SE y es de desplazamiento de rumbo. Este sistema de fallas está generalmente acompañado por sistemas conjugados cuyos movimientos parecen ser esencialmente dextrales. La única falla regional en la zona tiene dirección NO-SE, y está ubicada en las cauces de los ríos Sillque y Sallapucuchu, prolongándose por la quebrada Posoco.

A nivel de mina se ha diferenciado un total de cinco sistemas de fracturamiento en donde se emplazan las estructuras mineralizadas, las cuales se muestran en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6: Sistemas de fracturamiento relacionados a la mineralización.

Familia	Rumbo	Estructura
1	N 25° - W 35°	Vetas 2,3 y 50
2	N 55° W	Vetas 9 y 10
3	N 70° - W 76°	Vetas 1,4 y 25
4	N 78° - W 85°	Vetas 5 y 15
5	N 55° - E 60°	Vetas 22 y 7

Nota : cada veta tiene un buzamiento diferente.

En el yacimiento existen fallas post-minerales de rumbo NO y NE, que en el caso de Apacheta han servido como conducto a los diques brecha, mientras que en el de Pillune significaron pequeños desplazamientos dextrales.

3.2.5 Sismicidad

De acuerdo a la clasificación del Instituto Geofísico del Perú (IGP), las instalaciones de la unidad minera están ubicadas en una zona de sismicidad alta. La región está afectada por actividad tectónica que se manifiesta tanto por sismos de epicentro profundos como superficiales. Los sismos de epicentros profundos deben su origen a la subducción de la llamada Placa de Nazca por debajo de la Placa del Continente Sudamericano, mientras que los sismos de epicentros superficiales tiene su origen en las fallas regionales y son causados por ajustes de presiones en la litósfera. En el Catálogo Sísmico del Perú se han encontrado 349 eventos de magnitud superior a 5.0 en la escala de Richter dentro de un radio de 500 km. alrededor del área de interés, en un período comprendido entre los años 1903 y 1984.

Desde 1963 los eventos sísmicos son registrados en el Catálogo Sísmico de la National Geophysical Data Center / National Oceanic and Atmospheric Administration de los Estados Unidos (NGDC / NOAA), del cual se muestran en el Cuadro 3.7 las aceleraciones máximas registradas para cada año del período de 1963 a 1994 correspondiente a un área con radio de 600 km. alrededor del emplazamiento minero.

Cuadro 3.7: Relación de aceleraciones máximas de los eventos sísmicos por año en un área de 600 km. alrededor del emplazamiento minero Shila, para el período 1963 - 1994.

Año	Aceleración máxima	Año	Aceleración máxima
1963	0.027	1979	0.061
1964	0.036	1980	0.040
1965	0.046	1981	0.042
1966	0.036	1982	0.035
1967	0.036	1983	0.044
1968	0.033	1984	0.075
1969	0.071	1985	0.056
1970	0.050	1986	0.025
1971	0.046	1987	0.072
1972	0.054	1988	0.132
1973	0.069	1989	0.056
1974	0.079	1990	0.027
1975	0.045	1991	0.032
1976	0.079	1992	0.020
1977	0.092	1993	0.044
1978	0.042	1994	0.017
Total de Eventos: 5,574			

3.2.6 Calidad del agua

Los efluentes de la unidad minera Shila discurren hacia tres cuerpos receptores², los ríos Puncuhuaico, Cacamayo y Collpamayo.

El programa de monitoreo llevado a cabo incluyó la calidad del agua tanto de los puntos de abastecimiento y efluentes como de los cuerpos receptores aguas abajo de las instalaciones mineras. A continuación se describe la calidad de los cuerpos receptores aguas arriba de las instalaciones mineras. Cabe mencionar que tanto el río Puncuhuaico como el Cacamayo nacen en los nevados de la misma divisoria de cuencas, por lo cual la calidad de sus aguas en las nacientes es similar. El Cuadro 3.8 muestra los valores promedios y valores extremos (mínimo y/o máximo según lo apropiado para calificar al medio receptor). Los datos de los muestreos correspondientes son adjuntados en el Anexo 2.

La calidad de agua de los cuerpos receptores es calificada con referencia a las clases establecidas por la Ley de Aguas, de la cual los valores límites para efectos de protección son reproducidos en el Cuadro 2.5.

² Cabe mencionar que de la planta concentradora un efluente líquido es vertido al río Humapallisto, pero por ser muy próximo a su desembocadura en el río Cacamayo afecta a éste último. Por lo tanto no se menciona el río Humapallisto como cuerpo receptor.

Se observa que:

1. Las concentraciones de los iones metálicos son bajas y sus promedios están por debajo de los límites permisibles para aguas de la clase III (aguas para riesgo de vegetales de consumo crudo y bebida de animales).
2. El valor de oxígeno disuelto es elevado.

Cuadro 3.8: Calidad de agua de los diferentes cuerpos receptores aguas arriba de las instalaciones mineras.

Parámetros	Unid.	Nacientes de los ríos Puncuhuaico y Cacamayo (1)			Río Cacamayo(2)			Río Collpamayo(3)		
		Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.
pH		7.7	9.11	10.6	6.7	7.52	8.1	7.1	8.32	9.31
Conductividad	μS/cm		63.6	106.5		238.1	496.0		113.6	146.0
OD	mg/L		7.16	11.37		7.54	9.34		8.10	10.70
Caudal	m ³ /s	0.007	0.014	0.030	0.003	0.030	0.106	0.040	0.362	2.284
Zinc	mg/L		0.105	0.230		0.087	0.240		0.053	0.090
Hierro	mg/L		0.12	0.15		0.203	0.530		0.19	0.31
Cadmio	mg/L		0.005	<0.01		0.006	0.010		0.006	0.010
Plomo	mg/L		0.03	0.04		0.055	0.13		0.04	0.05
Cobre	mg/L		0.038	0.070		0.04	0.07		0.04	0.08
TSS	mg/L					66.7	133.0		44.1	78.0
TDS	mg/L		55.51	61.03		192.2	355.1		109.1	121.0

Notas:

- (1) Estación de monitoreo 1: Deshielo del Nevado Chila.
- (2) Estación de monitoreo 7: Río Cacamayo después de las descargas de la mina y los talleres
- (3) Estación de monitoreo 13: Río Collpamayo aguas abajo de las instalaciones mineras

OD: oxígeno disuelto

TSS: total de sólidos en suspensión

TDS: total de sólidos disueltos

3.2.7 Calidad de suelos

En vista de la fisiografía abrupta de la zona, la composición del terreno y su ubicación entre 4,540 y 5,420 msnm, la formación de los suelos es pobre y su composición restringida a suelos terrosos, líticos, peñascosos o rocosos. Es de gran importancia fitogeográfica el que la vegetación en los niveles inferiores a los 4,600 msnm se desarrolle en suelos terrosos, mientras que a mayor altura éstos desaparezcan para asentarse en pedregales y rocas. Por encima de los 5,000 msnm prácticamente no existe cubierta edáfica, salvo en áreas muy reducidas y de escaso interés.

3.2.8 Calidad del aire

Actualmente no se cuenta con datos cuantitativos sobre la calidad del aire. Sin embargo se pudo observar que en la zona de influencia de la unidad minera el viento, más intenso durante las tardes y con dirección predominante entre ESE y SE, arrastra polvo de las superficies secas de las canchas de relaves.

3.3 Ambiente Biológico

El área del proyecto pertenece, según la clasificación de Ecoregiones (Brack, 1988), a la Ecoregión de Puna; los tipos de clima presentes son:

1. Tundra Seca de Alta Montaña (desde 3,800 hasta 5,000 msnm).
2. Nieve Perpetua de Alta Montaña (por encima de los 5,000 msnm).

Según el mapa Ecológico de ONERN (1976) la zona de influencia de la unidad minera Shila (ZIMSH) corresponde a las siguientes Zonas de Vida:

1. Tundra Pluvial-Alpino Subtropical (tp-AS) (desde 4,300 hasta 5,000 msnm):
La vegetación de esta Zona de Vida es abundante y florísticamente más diversificada, conteniendo arbustos, semiarbustos y hierbas de tipo graminal, así como plantas arrosadas y de porte almohadillado. Hay especies que se asemejan a musgos por sus tallos filiformes cubiertos de hojas diminutas y acumulados en masas compactas y otras especies que crecen en forma almohadillada y convexa. Estas almohadillas crecen continuamente por sus partes superiores mientras las inferiores se van convirtiendo en turba, conocida también con el nombre de "champa". Los manojos altos de gramíneas pueden encontrarse en los pedregales y con menor frecuencia en las rocas. Es de gran importancia fitogeográfica el que la vegetación ascienda en las rocas de pedregales a mayores altitudes que en el suelo de naturaleza terrosa. Entre los 4,600 y 4,700 msnm desaparece la vegetación en el suelo terroso, aún cuando sus proximidades carecen de nieve persistente y glaciares. Sorprende la ausencia casi completa de vegetación en vista de que el suelo terroso, que algunas veces ocupa gran extensión, es suelto, casi arenoso y húmedo gran parte del año. En cambio sobre rocas situadas a 5,100 msnm existe algo más de cobertura vegetal.
2. Nival Subtropical (NS) (por encima de los 5,000 msnm).
La configuración fisiográfica está constituida por suelos líticos, peñascosos o rocosos; prácticamente no existe cubierta edáfica, salvo en áreas muy reducidas y de escaso interés. Las únicas formas de vida observables se presentan sobre las rocas de color oscuro en los límites inferiores del nival y muy cerca de la tundra.

3.3.1 Ecosistemas y hábitats

La zona de influencia de las actividades mineras está caracterizada por su heterogeneidad, ya que presenta ecosistemas y hábitats diversos a manera de parches. Cada uno de ellos está definido por uno o muy pocos elementos dominantes, los cuales son listados a continuación .

1. **Roquedal:** zona de rocas y pedregales, con presencia de líquenes, briofitas, ortigas y arbustos. El Roquedal constituye el hábitat aparente para las "vizcachas", que han sido registradas como abundantes en la zona.
2. **Bofedal:** zona con suelos siempre empapados que permite el desarrollo de especies vegetales típicas que forman un tapiz muy compacto. El Bofedal contiene a las especies vegetales más palatables para el ganado.
3. **Pajonal de Puna:** zona de formación de gramíneas, principalmente dispuestas en manojos aislados, conocidas como "pajas".

El Pajonal y el Bofedal constituyen ecosistemas con alta diversidad de flora y avifauna, consecuencia de su relativamente alta cobertura y diversidad vegetal; también presentan flora palatable para el ganado ovino y camélido.

4. **Tolar:** zona en la que dominan pequeños arbustos llamados comúnmente "tola", con presencia menor de otras plantas. El Tolar es un ecosistema que muestra el deterioro del suelo probablemente por sobrepastoreo. "La tola" es indicadora de suelos pobres y erosionados.
5. **Ladera Desnuda:** zona de pendientes elevadas con escasa o nula vegetación, muy propensas a la erosión, sobretodo eólica.

3.3.2 Flora local

El Cuadro 3.9 presenta la lista taxonómica de las plantas registradas. Fueron identificadas 13 Familias y 26 Géneros que presentan más de una especie, determinándose como altamente diversa la zona de influencia de la unidad minera.

La lista de la flora local no incluye ninguna especie indicada por el Reglamento de Conservación de Flora y Fauna Silvestre, artículo 7, como especie en vías de extinción, especie vulnerables, especies raras y/o especie en situación indeterminada.

3.3.3 Fauna local

a. Aves

Las aves registradas pertenecen a 9 Ordenes, 14 Familias y 27 Especies. La lista Taxonómica se presenta en el Cuadro 3.10. Cabe mencionar que la relación no es de ninguna manera una lista exhaustiva, representando sólo las especies que fueron halladas en los transectos realizados en los diferentes ecosistemas.

En la lista de aves dos especies son clasificadas, por el reglamento de conservación anteriormente mencionado, de la siguiente forma:

1. Especie en peligro de extinción: *Phoenicoparrus andinus*, "Parihuana andina", que posiblemente pertenezca al género listado en el Cuadro 3.10. Se distribuye en la Serranía Esteparia y en la Puna del Sur y Central. Está incluida en el Apéndice II de CITES; Especie en peligro de extinción según la R.M. 1082-90-AG. Se le encuentra en la Reserva Nacional Salinas y en Aguada Blanca. Debe señalarse que Pulido (1991) en "El Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú" ya no la considera dentro de la categorización de Especies Amenazadas y en Peligro. Esto pone de manifiesto la importancia del monitoreo de la diversidad y el estado de la población de los recursos de flora y fauna en ambientes de uso intensivo.
2. Especie en situación vulnerable: *Fulica gigantea*, "Gallareta gigante". Se distribuye en los ambientes acuáticos de los Andes del Centro y del Sur y rara vez en el Desierto del Pacífico. Esta especie está en Situación Vulnerable según la R.M. 1082-90-AG. Se le encuentra protegida en las Reservas Nacionales de Junín, Pampa Galeras, Titicaca, Salinas y Aguada Blanca, así como el Santuario Nacional de las Lagunas de Mejía.

b. Otros Vertebrados

La lista taxonómica de estos animales se presenta en el Cuadro 3.11. Se contempla además de la fauna silvestre la fauna doméstica objeto de manejo de la gente del lugar.

Cuadro 3.9: Flora identificada en la zona de influencia de la unidad minera Shila

Familia	Especie	Nombre común	
Asteraceae	Baccharis spp.	Kholla tola	
	Perezia sp.	Escorzonera	
	Gnaphalium spp.	Kete keto	
	Hypochoeris spp.	Lapha aiki	
	Lepydophyllum sp.	Tola	
	Lusilla sp.	Pasto estrella	
	Parastrephya spp.	Tanta tola, Taya	
Cactaceae	Opuntia sp.	Cactus, Airampu	
Caryophyllaceae	Pygnophyllum sp.	Roque	
Cyperaceae	Carex sp.	Ccoran	
	Eleocharis spp.	Quemillo	
	Scirpus	Totorilla	
Ephedraceae	Ephedra sp.	Sanu sanu, Pingu-pingu	
Fabaceae	Astragalus sp.	Kachu garbancillo	
	Lupinus sp.	Tarwi, K'ela	
Geraniaceae	Geranium sp.	Wila layo	
Juncaceae	Distichya spp.	Julla	
Lemnaceae	Lemna sp.	Lenteja	
Plantaginaceae	Plantago sp.	Chulu pasto	
Poaceae	Aciachne pulvinata	Pacu pacu	
	Calamagrostis curvula	Crespillo	
	Calamagrostis minima	Crespillo	
	Calamagrostis rigescens	Tulu pasto	
	Calamagrostis spp.		
	Festuca rígida	Orko chilligua	
	Festuca spp.		
	Muhlenbergia peruviana	Gramma dulce	
	Stipa brachyphylla	Gramma ichu	
	Stipa ichu	Ichu	
	Stipa spp.	Ichu	
	Rosaceae	Alchemilla diplophylla	Libro libro
		Alchemilla pinnata	Sillu Sillu
Marjiricarpus sp.		Kanlli, C'anlla	
Umbelifera	Azorella spp.	Yareta	

Cuadro 3.10: Avifauna identificada en la zona de influencia de la unidad minera Shila.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Tinamiformes	Tinamidae	Nothoprocta pentlandi	Perdiz
		Nothoprocta ornata	Perdiz ornata
Podicipediform	Podicipedidae	Podiceps occipilatis	Sambullidor
Ciconiformes	Phoenicoperida	Phoenicoparrus sp.	Parihuana
Falconiformes	Accipitridae	Buteo sp.	Halcon de puna
	Falconidae	Phalcobaenus megaloptera	Cara cara andina
Anseriformes	Anatidae	Cloephaga melanoptera	Huallata
		Anas flavirostris	Pato sutro
		Anas versicolor	Pato puna
		Anas cyanoptera	Pato colorado
Gruiformes	Rallidae	Fulica gigantea	Choca, Gallereta
Charadriiforme	Charadriidae	Vanellus resplandens	Lique lique
		Charadrius alticola	Choro de puna
	Laridae	Larus serranus	Gaviota andina
Piciformes	Picidae	Colaptes rupicola	Pitio
Passeriformes	Furnariidae	Geositta punensis	Pampero de puna
	Hirundinae	Notrochelidon cyanuleuc	Santa rosita
		Petrochelidon andecola	Golondrina andina
	Tiranidae	Ochthoeca oenanthoides	
	Fringiliidae	Diuca especulífera	Diuca
		Phrygilus plebejus	
		Phrygilus punensis	
		Phrygilus unicolor	
		Carduelis magellanica	Jilguero
		Carduelis atrata	Jilguero negro
Sicalis raimondii			
Zonotrichia capensis	Gorrión		

Cuadro 3.11: Otros animales observados en la zona de influencia de la unidad minera Shila.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Mamíferos			
Carnivora	Canidae	Dusicyon culpaeus	Zorro andino
Rodentia	Cricetridae	Akodon jelski	Ratón
	Chinchilidae	Lagidium peruvianum	Vizcacha
Reptiles			
Lacertilia	Igunidae	Tropidurus sp.	Lagartija
Animales domésticos			
Artiodactyla	Camelidae	Lama glama	Llama
		Lama paco	Alpaca
	Bovidae	Ovis sp.	Carneros

3.4 Ambiente Socioeconómico

Las actividades de la compañía se desarrollan en una zona de puna caracterizada por su pobre densidad poblacional. No existe ninguna población de influencia a parte de la del campamento de la empresa, aunque existe una población muy reducida que viene por temporadas para practicar el pastoreo. El centro poblado más cercano es Chachas, ubicado unos 20 km. al Sudoeste del cerro Pillune y desde el cual solo existen caminos de herradura hacia la unidad minera. La ciudad de Caylloma por carretera dista 59 km.

Minera Shila S.A. realiza las actividades de producción con un gran porcentaje de personal de empresas contratistas; el Cuadro 3.12 muestra la cantidad de personal que laboró.

Cuadro 3.12: Relación del Personal, 1995.

Personal Contratado por	Obreros	Empleados	Profesionales	Total
Minera Shila	5	10	16	31
Contratistas	330	6	10	346
TOTAL	335	16	26	377

3.5 Ambiente de Interés Humano

No existen sitios de interés arqueológico o histórico dentro del área de influencia de la unidad minera. Las formaciones nivales representan zonas escénicamente atractivas para el desarrollo del turismo, incluyendo el andinismo.

4.0 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES MINERO-METALURGICAS

4.1 Mina

4.1.1 Principales características

En la actualidad Minera Shila trabaja dos áreas: Apacheta, conformada por cinco niveles de operación (Niv. 5250, 5200, 5150, 5100 y 5050), y Pillune, donde se laboran seis niveles (Niv. 5070, 5120, 5170, 5220, 5270 y 5320). Asimismo, desde mediados de 1993 se han iniciado trabajos preliminares en el cerro Sando Alcalde.

El programa anual de exploraciones y desarrollos es de 5,400 m. con una producción de 75,000 TCS con leyes promedio de 0.260 oz Au/TCS y 6.8 oz Ag/TCS.

La unidad minera tiene reservas de mineral mínimas. Sus exploraciones y desarrollos, mediante túneles y perforaciones diamantinas son intensas para la magnitud de la mina. Sin embargo, no se han ubicado reservas de mineral considerables desde inicios de este proyecto. El Cuadro 4.1 muestra el resumen general de las reservas de mineral a diciembre de 1995.

Cuadro 4.1: Resumen general de las reservas de mineral a diciembre de 1995.

Clase de mineral	Reservas TCS	Leyes corregidas		Leyes diluidas		Equiv. oz Au/TCS	Precio USS/TCS
		oz Au/TCS	oz Ag/TCS	oz Au/TCS	oz Ag/TCS		
E.Pd. A.	24,215	0.548	18.4	0.328	12.4	0.483	135.68
E.Pd.Ev.A.	19,756	0.539	16.3	0.333	12.0	0.483	135.80
E.Pb.Ev.A.	13,058	0.522	16.0	0.331	11.6	0.477	134.16
M.Pd.A.	4,007	0.252	8.9	0.140	6.5	0.222	62.33
M.Pd.Ev.A.	3,095	0.068	16.4	0.051	13.5	0.220	61.96
M.Pb.Ev.A.	2,931	0.183	13.3	0.090	10.4	0.220	61.72
Total	67,512	0.485	16.4	0.296	11.7	0.443	124.47

Notas:

E.: Económico M.: Marginal
 Pd.: Probado Pb.: Probable
 A.: Accesible Ev.: Eventualmente

4.1.2 Método de minado

Actualmente se viene aplicando el método de corte y relleno ascendente convencional.

Las labores de exploración y desarrollo horizontal por cruceros y galerías son de sección 7' x 8'; la perforación se ejecuta con perforadoras manuales Jack Leg y se utiliza palas neumáticas para la limpieza. Las labores verticales son chimeneas de 5' x 7' de sección, perforadas cada 60 m. a lo largo de las galerías.

Los blocks de explotación se encuentran delimitados por dos galerías principales de sección de 7' x 8' (con 50 m de desnivel) y por dos chimeneas de 5' x 7' de sección, las mismas que durante la explotación sirven para ventilación, ingreso de relleno y eventualmente personal.

Cada nivel tiene una bocamina en superficie. Los tajeos están modulados con tolvas camino cada 60 m. intercalados con chimeneas de desarrollo. Los subniveles de 4' x 7' de sección se perforan a partir de las tolvas dejando puentes o pilares de 2 a 2.5 m dependiendo de la calidad del terreno. El minado se realiza excavando el mineral en cortes sucesivos a partir del subnivel. Para ello se perforan taladros mediante máquinas tipo Jack Leg en el techo del subnivel, los que son cargados con dinamita de 7/8" x 7"x45% y Anfo. Para la limpieza del mineral roto se emplean carretillas por la selectividad necesaria. Luego de completado el corte, se rellena la cavidad mediante desmonte del propio tajo, con desmonte de los avances y con material detrítico o cuaternario, el cual sirve de soporte definitivo y de piso para el siguiente corte. El material de relleno se acumula en pilas cerca a las chimeneas de relleno, las cuales son alimentadas por un cargador frontal o directamente con volquetes; en algunos casos el relleno es distribuido en el tajeo con winches eléctricos. El material detrítico o cuaternario es apropiado para tener un piso uniforme de relleno, diferenciar en la limpieza y no perder los finos después del disparo de mineral.

Para el abastecimiento de aire comprimido, se cuenta con cinco compresoras eléctricas y cuatro diesel, cuyas características son resumidas en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Resumen de las características del equipo de aire comprimido.

Equipo	Cantidad	Energía	Nominal	Efectiva	Operativo
Atlas Copco XA 430	1	diesel	900	540	60%
Ingersoll Rand SSR 500	2	eléctrico	500	350	70%
Ingersoll Rand XP 1200	1	diesel	1200	950	80%
Ingersoll Rand EP250S	1	eléctrico	1200	1000	100%
Ingersoll Rand XLE 10X7	2	eléctrico	1000	800	90%
Atlas Copco XA 175	1	diesel	270	220	60%
Ingersoll Rand XP750	1	diesel	750	550	95%

4.1.3 Tipo de sostenimiento

En general la masa rocosa donde se ejecutan las labores mineras son autoportantes. Eventualmente, las galerías requieren sostenimiento, el que se realiza con cuadros de madera de eucalipto.

4.1.4 Sistema de extracción y transporte

La extracción del mineral de las minas Apacheta y Pillune se realiza utilizando carros mineros tipo U-35 y locomotoras a batería de 1.5 y 3.0 toneladas. De las tolvas principales el mineral es transportado a la planta concentradora en volquetes, sobre una distancia promedio de 9 km. desde Apacheta y de 13 km. desde Pillune.

4.1.5 Labores antiguas

En el emplazamiento minero no existen labores mineras abandonadas.

4.2 Planta de Beneficio

4.2.1 Características generales

La planta concentradora esta implementada con un proceso de flotación y de gravimetría. La planta tiene una capacidad de procesar 250 TCS/día de mineral de cabeza, aunque en la actualidad trabaja a un promedio de 220 TCS/día por limitaciones de reservas.

4.2.2 Descripción de las principales etapas del proceso

. Recepción y chancado

Una tolva de 120 TMH de capacidad recibe el mineral de los volquetes, siendo llevado luego mediante una faja alimentadora a una chancadora de quijada 15" x 24". El mineral de la chancadora -2" es tamizado produciendo mineral de +1" que va a la chancadora cónica 3' estándar. El mineral -1" pasa a la faja No. 2 donde se junta con el producto de la chancadora cónica, para luego ser tamizados a -3/4". El producto va a la tolva de finos y el +3/4" regresa a la chancadora cónica para ser triturado.

. Molienda y concentración gravimétrica

Las 220 TCS/día de mineral -3/4" (se mide por corte de faja) son alimentadas al molino de barras 5x10 pies en circuito abierto; la descarga se mezcla con el relave de la concentración gravimétrica y va a una bomba horizontal 6" x 4" que trabaja con un ciclón D-15. El material fino va a un cedazo Derrick K - 48 cuyo producto fino va al proceso de flotación, el material grueso se junta con los gruesos del ciclón y son enviados al molino de bolas 6' x 6', el cual descarga a un Jig Panamerican 26" x 26" (rougher), cuyo producto es limpiado por otro Jig similar, produciendo un concentrado gravimétrico de alta ley de oro. El relave del Jig rougher se une a la descarga del molino de barras.

. Flotación

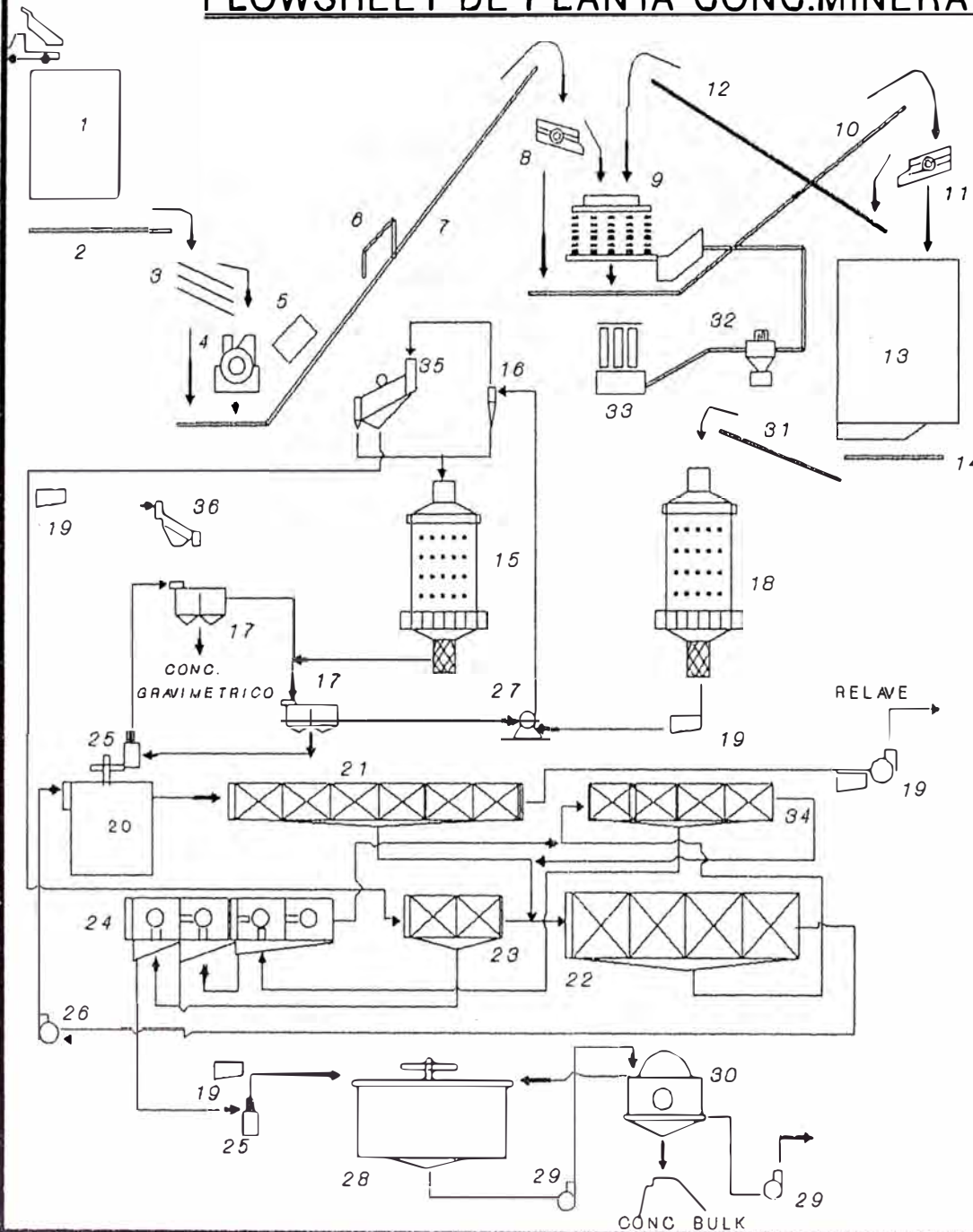
La pulpa del circuito de molienda es flotado en dos celdas Agitair No.36 (flotación primaria), siendo el relave bombeado a un banco de 4 celdas Denver DR 24 (flotación rougher), sus relaves van a un acondicionador 6' x 6' que alimenta a 6 celdas Agitair No. 36 (flotación scavenger). Las espumas de la flotación scavenger se juntan a los relaves de la flotación primaria para ser repasadas nuevamente en las Denver DR 24 cuyas espumas se juntan a las colas del banco de 4 celdas Denver 18 Sp (limpieza), para luego ser bombeado estos productos a 4 celdas Agitair No. 36 (prelimpieza), las espumas van al banco de limpieza conjuntamente con los de la flotación primaria y sus relaves se juntan a la espumas del scavenger.

Las colas del banco scavenger viene a ser el relave final del proceso.

. Espesado, filtrado, secado y despacho

El concentrado bulk va a un espesador 15' x 8' para posteriormente ser filtrado en un filtro de discos de 4 pies de diámetro y luego ser secado, a vapor el 60% y expuesto a la radiación solar el resto. Luego es llenado en doble saco, polietileno y polipropileno (50 kg./saco), muestreado, cosido, pesado y almacenado para luego ser cargado y transportado a Arequipa. La recuperación del oro es 89% y de plata 83%.

FLWSHEET DE PLANTA CONC.MINERA SHILA SA. 250 TCS/DIA



LEYENDA

- 1 TOLVA DE GRUESOS 120 TMH
- 2 FAJA ALIMENTADORA #1 36'X 7 MT
- 3 GRIZLY ESTACIONARIO DE 4'
- 4 CHANCADORA DE QUIJADAS 15'X 24'
- 5 ELECTROIMAN
- 6 DETECTOR DE METALES
- 7 FAJA TRANSP.#1 24'X 17 MT
- 8 ZARANDA VIBRATORIA 4FT X 8FT
- 9 CHANCADORA CONICA 3 FT ST.
- 10 FAJA TRANSP.#2 24'X 18 MT
- 11 ZARANDA VIBRATORIA 3FT X 8FT
- 12 FAJA TRANSP. #3 24'X 20 MT
- 13 TOLVA DE FINOS 200 TMH
- 14 FAJA ALIMENTADORA #2 36'X 7MT
- 15 MOLINO DE BOLAS 6FT X 6FT
- 16 CICLON D-15'
- 17 JIG DUPLEX IRD 26' X 26'
- 18 MOLINO DE BARRAS 5FT X 10 FT.
- 19 MUESTREADOR AUTOMATICO
- 20 ACONDICIONADOR 6FT X 8FT
- 21 C.SCAVENGER PRIMERAS AGITAIR 36
- 22 C.ROUGHER SEGUNDAS DENVER DR24
- 23 C.ROUGHER PIMERAS AGITAIR 36
- 24 C.CLEANER DENVER 18 SP
- 25 BOMBA VERTICAL 1 1/2'
- 26 BOMBA HORIZONTAL 2'X 2 1/2'
- 27 BOMBA HORIZONTAL 6' X 4'
- 28 ESPESADOR 8FT X 15FT
- 29 BOMBA DENVER SRL 1 1/4' X 1 1/2'
- 30 FILTRO DE 4FT X 3 DISCOS
- 31 FAJA TRANSPORTADORA #4 24'X 8MT
- 32 EXTRACTOR DE POLVO
- 33 FILTRO DE POLVOS
- 34 C.DE PRELIMPIEZA AGITAIR #36
- 35 CEDAZO DERRICK K-48
- 36 CEDAZO ESTACIONARIO DSM

FECHA: JUNIO DE 1996

. Insumos en el proceso de concentración

El Cuadro 4.3 resume los insumos de reactivos de flotación y medios de molienda, filtro, secado y despacho de concentrados.

Cuadro 4.3: Insumo de reactivos de flotación y medios de molienda, filtro, secado y despacho de concentrados durante 1995.

Etapa del proceso	Producto	Insumo	
Reactivos de flotación	Xantano Z-11	1,867 lb	0.027 lb/TCS
	Aerofloat 208	1,607 lb	0.023 lb/TCS
	Aeropromot 404	1,731 lb	0.025 lb/TCS
	M.I.B.C.	4,695 lb	0.067 lb/TCS
	Frother 70	2,553 lb	0.036 lb/TCS
	Silicato de Sodio	90 lb	0.001 lb/TCS
	Magnafloc 351	250 lb	0.004 lb/TCS
Medios de molienda	Bolas de 2"	47,496 lb	0.681 lb/TCS
	Barras de 3" x 3"	113,184 lb	1.611 lb/TCS
Filtro, secado	Lona fyltis	46 m	-
Despacho de concentrados	Hilo poliester - 9	74 kg	-
	Sacos de polipropileno	37,103 und	-
	Bolsas de polietileno	44,000 und	-
	Pintura	11 gal	-

4.3 Infraestructura

4.3.1 Abastecimiento de energía eléctrica

La unidad minera cuenta con la Central Térmica Shila, autorizada con R.M. 091-94 EM/DGE y código 33025193, construida al finalizar 1989 y que ocupa un área aproximada de 380 m². Se trata de una edificación metálica, cerrada y techada con calamina metálica, que alberga un total de tres grupos electrógenos cuyas características se muestran en el Cuadro 4.4. La demanda de energía es resumida en el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.4: Grupos generadores de la Central Térmica Shila

Grupo	Potencia Nominal	Potencia Efectiva	Fecha de instalación
Caterpillar 3508 No.1	650 kw	390 kw	11 de marzo 1990
Caterpillar 3508 No.2	650 kw	390 kw	23 de marzo 1990
Caterpillar 3512 No.3	1,135 kw	720 kw	5 de diciembre 1992
TOTAL	2,435 kw	1,500 kw	

La generación de energía se realiza con fines de autoconsumo, exclusivamente para las operaciones y servicios de la unidad minera. Además de los grupos generadores citados, se cuenta con una subestación de transformación de 640 KVA, la cual eleva el voltaje de generación de 0.460 a 10 KV.

La transmisión de la energía se realiza a través de una línea trifásica de 10 KV con cable de cobre desnudo de 25 mm² de sección y cable de guarda. La longitud total de la línea es de 11 km. existiendo varias subestaciones de distribución en las diferentes áreas de trabajo y servicios, las cuales reducen el voltaje a 0.460 o 0.230 KV. La distribución se hace mediante tableros eléctricos y cables de alimentación hacia los centros de carga.

Cuadro 4.5: Resumen de la demanda de energía, 1995

Componente	Demanda de energía	
	Total (kwh)	Promedio (kwh/mes)
Planta concentradora	2'363,324	196,944
Mina	1'077,922	89,827
Campamentos y oficinas	399,707	33,309
Perdidas por transmisión	32,597	2,716
TOTAL	3'873,550	322,796

Para la alimentación del combustible Diesel 2 se cuenta con dos tanques de almacenamiento interconectados uno de 10,000 galones y otro de 10,400 galones de capacidad con su sistema de contención para retener posibles derrames. El Cuadro 4.6 resume la utilización de los principales insumos.

Cuadro 4.6: Resumen de la utilización de los principales insumos, 1995.

Materia Prima	Insumo	
	Total	Promedio
Aceite	1,859 gal	155 gal
Petróleo	351,374 gal	29,281 gal
Filtros de aceite	144 und	12 und
Filtros de petróleo	120 und	10 und

4.3.2 Campamentos

Existen cuatro campamentos dentro de la unidad minera, los que se muestran en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7: Relación de campamentos de la unidad minera.

Nombre	Alojamiento para	No. de habitantes
Hotel	Empleados	18
Apacheta	Obreros	66
Pillune	Obreros	27
Sando Alcalde	Obreros	11

Considerando el clima de la zona, las viviendas construidas son de tapias (tierra húmeda mezclada con paja compactada), de esquema modular.

La cobertura es de planchas de calamina y los pisos son de madera mohena machimbrada. El revestimiento de las paredes, tanto interior como exterior, es de yeso en forma de estucado.

4.3.3 Laboratorios

. Laboratorio Analítico

Se encuentra implementado para realizar análisis por vía seca y por vía húmeda. El laboratorio ocupa un local construido de material noble en la zona de oficinas, cerca a la planta concentradora.

. Laboratorio Metalúrgico

Fue implementado con la finalidad de mejorar los parámetros metalúrgicos, como calidad de concentrados, radio de concentración, recuperaciones, mallas, dosificación y optimización de uso de reactivos, etc. Ocupa un local adyacente al laboratorio analítico.

4.3.4 Oficinas y almacenes

Se encuentran localizadas dentro de la zona industrial, muy cerca a la planta concentradora y la central térmica.

4.4 Manejo de Agua

4.4.1 Abastecimiento de agua

. Uso Industrial

Para el abastecimiento de las labores en las minas Apacheta y Pillune se capta agua de las lagunas ubicadas en la falda del cerro Chila, las cuales son alimentadas por el deshielo del nevado Chila. En Apacheta y Pillune se tienen reservorios de 19 y 9 m³, respectivamente.

El agua utilizada en la Planta Concentradora es captada del río Nequeta y llevada por intermedio de un canal de derivación, complementándose con agua bombeada desde el río Cacamayo. La demanda de agua es de 10 L/s.

. Uso doméstico

Tanto el hotel de empleados como los campamentos Pillune y Apacheta cuentan con un sistema de captación de agua para uso doméstico. El agua es llevada a reservorios en donde es clorinada antes de su uso.

El sector del hotel de empleados dispone de un reservorio de 34.63 m³, siendo el agua captada de una pequeña quebrada en las laderas del cerro Hospicio. En el sector del campamento Apacheta el reservorio es de 34.63 m³ y el agua es captada de una quebrada del cerro Pushca. El campamento de Pillune tiene un reservorio de 18.00 m³ para las aguas conducida por tubería desde los deshielos del cerro Chila.

4.4.2 Descargas de agua

Las descargas de agua desde las labores subterráneas se efectúa por canales abiertos a través de las respectivas bocaminas. La planta concentradora descarga la mayor parte del agua captada con el relave. El agua de exceso del espesador y filtro se vierte sobre la cancha de relave No. 1, adyacente a la unión de los ríos Cacamayo y Huamapallisto.

Las descargas domésticas del hotel de empleados, el sector de la planta concentradora y del campamento Apacheta son llevadas a pozos sépticos, las descargas de los cuales son vertidas al río Cacamayo. El hotel de empleados tiene un pozo séptico de 22.62 m³, construido de concreto armado. En el sector de la planta concentradora el pozo es de 24.00 m³, también es de concreto. El pozo séptico de Apacheta de 36.50 m³ se ha saturado, por lo que otro de 28.98 m³ se utiliza en la actualidad.

4.5 Manejo de Residuos

. Canchas de Relave

La unidad minera posee tres canchas en las cuales se depositó el relave sucesivamente. En el Cuadro 4.8 se muestran las fechas de inicio y fin del uso de cada depósito, así como el volumen almacenado en cada uno. La ubicación se presenta en el Plano 1.

Cuadro 4.8: Resumen del uso de las canchas de relave.

Cancha de relave	Inicio de operación	Final de operación	Volumen de relave (t)
No. 1	Febrero 1990	Setiembre 1992	72,000
No. 2	Noviembre 1990	Setiembre 1992	45,000
No.3	Setiembre 1992	En uso	233,000*
No.4		En construcción	

*, hasta diciembre de 1995

La relavera No. 1 está ubicada al costado de la planta concentradora. Durante una primera etapa el crecimiento del depósito se realizó sin muro de contención de concreto, siendo éste construido posteriormente. Los relaves se depositaron a una tasa promedio de 100 TCS/ día, a una densidad de 1220 g/L y 28.6% de sólidos.

La relavera No. 2, ubicada adyacente a la No. 1, fue construida con muro de contención y colocación de drenaje. La deposición se realizaba a una tasa de 150 TCS/día, densidad de 1230 g/L y 29.7% de sólidos.

Las relaveras No. 1 y 2 dejaron de operar al entrar en operación la relavera No.3. La primera recibe ahora el rebose de las cochas de decantación del agua de filtrado y espesado.

La relavera No.3, actualmente en operación, se encuentra a una distancia aproximada de 2,000 m al NE de la planta, aguas abajo y en la margen derecha del río Collpamayo. El relave es conducido desde la planta concentradora a través de una tubería de PVC de alto impacto de 4" de diámetro. El diseño de la cancha se ajusta a las recomendaciones de construcción para un sistema de deposición aguas arriba. Su construcción fue iniciada con el desbroce del terreno, excavación de calicatas y búsqueda del mejor medio filtrante. El muro de contención es de sección trapezoidal con base superior de 0.50 m, mientras que el talud tiene una gradiente de 30°, habiendo mostrado hasta el momento una estabilidad física adecuada.

La relavera No. 4, actualmente en proceso de construcción, está ubicada aproximada a 175 m al NE de la relavera No.3, en la margen derecha del río Collpamayo, a 4,540 msnm. La relavera No. 4 se viene construyéndose tomando en cuenta la minimización de los posibles impactos ambientales, habiéndose ya aprobado su Estudio de Impacto Ambiental. La relavera esta diseñada para satisfacer una operación diaria de la planta concentradora de 210 TCS, generando un flujo de relaves de 150 GPM (9.46 L/s). A este ritmo la cancha tendrá una producción anual de 45,000 m³. y una vida probable de 13 años. Se proyectan bombear a una densidad de pulpa de 1200 g/L y 26.5 % de sólidos.

El método de disposición a utilizar será aguas arriba. El depósito contara con un muro de contención, a partir del cual el relave grueso formará el talud con una pendiente natural de 30°, mientras que el fino se dirigirá al centro de la poza. Se conservará un espejo mínimo de agua (35% del área) para estabilizar el depósito en su conjunto. El agua clarificada será captada por sumideros y llevada a un canal colector abierto para luego ser vertida en tres pozas de decantación. El agua decantada se conducirá por un canal hacia el río Collpamayo para su descarga final. La cancha de relave contará con cunetas de coronación para impedir que el agua de escorrentía ingrese al depósito, evitándose también que esta agua pueda mezclarse con el efluente de agua decantada.

Desde el inicio de la operación minera hasta la actualidad no han habido cambios significativos en el proceso productivo y tampoco se proyecta alguno en el futuro, por lo tanto la información disponible sobre el material de relaves es representativa para todas las canchas. La composición mineralógica del relave se muestra en el Cuadro 4.9. Por su parte, el Cuadro 4.10 muestra la relación granulométrica representativa del relave, observándose que el 40% en peso pertenece al material de granulometría gruesa y el 60% a material fino.

Cuadro 4.9: Composición mineralógica del relave.

Componente mineralógico	Porcentaje aproximado de ocurrencia
Sílice gris	18%
Sílice blanquecino	12%
Cuarzo	10%
Rodocrosita-rodonita	12%
Pirita	6%
Calcita	3%
Vidrio volcánico (Tridinita y Cristobalita)	3%
Biotita	2%
Sulfuros oscuros (1)	5%
Materiales no determinados (2)	29%
TOTAL	100%

Notas:

- 1) Los sulfuros oscuros están constituidos esencialmente por sulfuros básicos, asociados a los cuales ocurren los metales preciosos. Los sulfuros y sulfosales presentes en el emplazamiento son, en orden decreciente en abundancia, la pirita, galena, esfalerita, calcopirita, tetrahedrita, argentita, pearceita y proustita.
- 2) Los materiales no determinados por la observación con lupa son la sericita, adularia, alteraciones argílicas, rocas trituradas, etc.

Cuadro 4.10: Granulometría representativa del relave.

Malla	Micrones	Peso %	Acumulado superior	Acumulado inferior
70	212	3.0	3.0	100.0
100	150	11.1	14.1	97.0
140	106	14.9	29.0	85.9
200	75	11.0	40.0	71.0
<200	<75	60.0	100.0	60.0

. Desmonteras

La roca de desmonte es almacenada a la salida de cada bocamina, utilizándose una parte como relleno de los tajeos. El Cuadro 4.11 muestra los volúmenes aproximados de roca de desmonte existentes en cada bocamina a abril de 1996.

Cuadro 4.11: Volúmenes aproximados de roca de desmonte almacenados a la salida de cada bocamina a abril de 1996.

Ubicación de desmontera	Volumen aproximado de roca (m³)
Mina Pillune	
Bocamina Nivel 5320	800
Bocamina Nivel 5270	2,000
Bocamina Nivel 5220	3,800
Bocamina Nivel 5170	5,200
Bocamina Nivel 5120	4,000
Bocamina Nivel 2070	3,100
Sub Total	18,900
Mina Apacheta	
Bocamina Nivel 5250	800
Bocamina Nivel 5200	3,000
Bocamina Nivel 5150	5,220
Bocamina Nivel 5100	9,100
Bocamina Nivel 5050	7,100
Sub Total	25,220
Mina Sando Alcalde	
Bocamina Nivel 5375	940
Bocamina Nivel 5330	1,050
Bocamina Nivel 5230	850
Bocamina Nivel 5180	450
Sub Total	3,290

5.0 EVALUACION Y ANALISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 Ambiente Físico

5.1.1 Topografía

Las principales modificaciones a la topografía ocasionadas por la operación de la unidad minera se deben a las canchas de relave y a la disposición de la roca de desmonte generada durante las operaciones subterráneas.

(i) Impacto de los Botaderos de Desmonte sobre la Topografía

El desmonte de roca se ha dispuesto a media ladera en las cercanías de las diferentes bocaminas. Existen numerosos lugares usados como botaderos pequeños en los cuales el desmonte de mina se sobrepone al suelo natural. El relieve no se ve afectado mayormente, pues la roca de desmonte ha alcanzado el reposo mediante un talud muy cercano al natural. Considerando que en esta zona la superficie natural está de por sí compuesta por suelos líticos con escasa cobertura vegetal, la estética de la zona no se ve afectada mayormente.

(ii) Impacto de los Depósitos de Relave sobre la Topografía

Los depósitos de relave de la unidad minera, ubicados en la margen derecha del río Collpamayo, han modificado la topografía local del valle mencionado. Sin embargo, por tratarse de una zona montañosa, los depósitos no se diferencian demasiado de los cerros aledaños. El color gris claro de los relaves presenta en cambio un contraste visual con el color del terreno circundante.

5.1.2 Estabilidad física

(i) Estabilidad física de los Botaderos de Desmonte

Los botaderos de roca de desmonte han alcanzado en la actualidad su estabilidad física para condiciones estáticas. Sin embargo, el problema del agua de lluvia y de deshielo es un factor importante, no solo para la estabilidad, sino también en el grado de erosión y meteorización de la roca de desmonte.

(ii) Estabilidad Física de las Canchas de Relave

No se cuenta con información detallada sobre la estabilidad física de los depósitos de relave. Sin embargo, la cancha de relaves No. 3 ha mostrado hasta el momento una estabilidad física adecuada y el Estudio de Impacto Ambiental de la cancha de relaves No. 4, próxima a ser puesta en operación, fue ya aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

5.1.3 Calidad del aire

(i) Impacto de las Emisiones de los Grupos Térmicos

La principal fuente puntual de contaminantes atmosféricos son los grupos térmicos de la unidad minera, los cuales producen emisiones de gases de combustión y partículas a la atmósfera, las salidas de las chimeneas se encuentran a una altura de 7.50 m. del piso. Los resultados promedios de las mediciones realizadas durante el programa de monitoreo se muestran en el Cuadro 5.1.

Considerando la potencia de los grupos térmicos, la demanda de las operaciones y los fuertes vientos característicos de las elevaciones más altas de la cordillera, el impacto ocasionado sobre la calidad del aire se puede considerar como leve.

Cuadro 5.1: Concentraciones promedio de contaminantes en las emisiones de la central térmica.

Generador	Potencia Instalada	Potencia Efectiva	CO	NO₂
	kw	kw		
Grupo No. 1	650	390	85 ppm	3 ppm
Grupo No. 2	650	390	90 ppm	3 ppm
Grupo No. 3	1135	720	50 ppm	1 ppm

(ii) *Impacto de las Emisiones Fugitivas en los Caminos*

Los caminos de acceso a los diferentes componentes de la unidad son de tierra afirmada, por lo que el tránsito de los vehículos y la acción erosiva del viento producen emisiones fugitivas de partículas de polvo a la atmósfera durante la temporada seca. Sin embargo, debido a la poca cantidad de vehículos que utiliza la empresa, el impacto no es considerable.

(iii) *Impacto de las Emisiones Fugitivas en los Depósitos de Relave.*

Las partículas de relave de los depósitos abandonados son fácilmente puestas en suspensión por la acción del viento, especialmente durante la época de estiaje en que las partículas se secan y son transportadas en la dirección del viento, la cual es predominantemente ESE-SE.

5.1.4 Uso del terreno

Las instalaciones de Minera Shila se sitúan a elevaciones por encima de los 4540 msnm, correspondientes a terrenos escasamente habitados y propicios únicamente para el pastoreo. Ninguna de las zonas ocupadas es propicia para la agricultura. El impacto ambiental de las operaciones de la unidad minera sobre el uso de las tierras ha sido muy bajo.

(i) *Impacto de los Residuos Domésticos*

Los desechos domésticos, junto con los procedentes del laboratorio y de la posta médica, son dispuestos en el relleno sanitario del flanco NE del cerro Ticlla, el cual contiene residuos de todo tipo, incluyendo papeles, latas, fierro, plásticos, materiales de laboratorio como crisoles y copelas. Sin embargo, existe gran cantidad de residuos de este tipo desperdigados en las cercanías de los campamentos, especialmente en el valle del río Cacamayo. En general se aprecia que el sistema de recolección y disposición de residuos sólidos domésticos es

deficiente, habiéndose impactado parcialmente la calidad de los suelos por la presencia de numerosos cuerpos extraños orgánicos y de otros tipos.

(ii) Impacto de los Residuos Sólidos Industriales

En la planta concentradora existe un ambiente designado en el que se almacenan los desechos industriales, tales como cilindros, cables, carretes de alambres, piezas de equipos desarmados no operativos, etc. Adicionalmente se han improvisado otros lugares en el área de la unidad minera para la disposición de estos residuos industriales.

Al igual que los residuos domésticos, los residuos industriales han impactado la calidad de los suelos.

(iii) Impacto de los Depósitos de Relave

Los depósitos de relave ocupan un área total de 8.5 ha. lo largo del valle del río Collpamayo. La capa de suelo superficial al parecer no fue removida y apilada antes de la habilitación del terreno para las canchas No.1 y 2, habiendo quedada cubierta por los relaves. Para la construcción de las canchas de relave No.3 y 4, el terreno fue desbrosado y la capa de suelo superficial removida y apilada frente al muro de contención, con el objetivo de conservarla allí para su utilización en los trabajos de rehabilitación del depósito. Se ha observado también que al pie del talud de la cancha de relave No.1 existe un poco de vegetación, la cual proviene de algunas plantas de raíces largas y que han logrado crecer a través de este material químicamente pobre.

El impacto sobre el uso del terreno se ha limitado al área ocupada directamente por los depósitos.

(iv) Impacto de los Botaderos de Desmante

La roca de desmante, que como ya se explicó anteriormente se ha vertido en áreas cercanas a las bocaminas, ha cubierto partes de los cerros Apacheta, Pillune y Sando Alcalde.

El uso previo del terreno ocupado por el desmante fue al parecer muy limitado, dada la cobertura rocosa de los cerros mencionados, por lo que el impacto ambiental ocasionado sobre el uso de las tierras es insignificante.

5.1.5 Calidad del suelo

La calidad de los suelos se ha visto afectada por la sequedad de algunos bofedales, lo cual ha implicado la transformación o regresión a pajonal de puna.

El Tolar es un ecosistema que muestra el deterioro del suelo, ya que la "tola" es indicadora de suelos pobres y erosionados.

El único residuo líquido proveniente de la central térmica es el aceite quemado del cual se genera una cantidad aproximada de 160 gal/mes. Parte de este residuo se utilizaba para regar las carreteras adyacentes a la zona industrial con la finalidad de reducir la producción de polvo causado por la circulación de vehículos, esta práctica ha sido eliminada completamente.

Ahora, íntegramente es utilizado para derretir el hielo de las áreas circundantes a las labores subterráneas mas altas y obtener así agua para las perforaciones.

5.1.6 Calidad del agua

El programa de monitoreo llevado a cabo desde mediados de 1994 ha incluido el muestreo permanente de la calidad de las descargas de agua al ambiente y de los cuerpos receptores en la zona de influencia del proyecto. Los resultados obtenidos se adjuntan en el Anexo 2. Para el análisis de los resultados se compararon los valores obtenidos con las concentraciones máximas establecidas.

El agua de mina se origina principalmente en las filtraciones de agua subterránea que ocurren en el interior de las labores. La descarga de la cancha de relaves consiste del agua de la pulpa y de la precipitación directa sobre la misma, las cuales son evacuadas a través de las tuberías de drenaje del agua superficial decantada o filtran a través del cuerpo de la presa de contención. La descarga de la planta está compuesta por el exceso de agua del espesador y del filtro. La descarga desde los campamentos es causada principalmente por las instalaciones sanitarias de los mismos.

(i) *Descargas de Agua de Mina*

Desde mayo de 1994 los efluentes del nivel 5120 de la mina Pillune y del nivel 5050 de la mina Apacheta fueron monitoreados regularmente, como parte del programa de monitoreo de calidad de agua. El análisis de los resultados es presentado en el Cuadro 5.2.

Las estaciones de monitoreo de los efluentes industriales identificados en cumplimiento de la R.M. 011-96-EM/VMM son listadas en el Cuadro 5.3, reproduciéndose los resultados obtenidos en el Cuadro 5.4. Las estaciones de monitoreo corresponden a los llamados Puntos de Control No. 1 y 2.

El análisis de los resultados del programa de monitoreo indica que:

1. En el efluente de la mina Pillune el pH es ligeramente alcalino; la conductividad es alta; no hay deficiencia en oxígeno disuelto; los flujos varían entre 10 y 80 L/s durante el año; las concentraciones de los metales disueltos están por debajo de los límites permisibles; los sólidos en suspensión totales sobrepasan el nivel para operaciones actuales.
2. En el efluente de la mina Apacheta el pH es ligeramente alcalino; la conductividad es muy alta; no hay deficiencia en oxígeno disuelto; los flujos varían entre 1 y 7 L/s; las concentraciones de hierro, zinc y plomo están por encima de los niveles limite a pesar del pH alcalino, al igual que el valor de sólidos en suspensión.

Para la evaluación de la potencialidad de generación de aguas ácidas por las labores mineras se hicieron las siguientes premisas:

1. La composición mineralógica del material de las labores mineras, al momento del cierre, será igual a la del desmonte.
2. La roca de desmonte está expuesta a la acción del intemperismo.

Por lo tanto los resultados obtenidos para la evaluación del potencial de generación de aguas ácidas por las desmonteras son, de manera conservativa, representativos para el potencial de generación por las labores mineras.

Cuadro 5.2: Análisis de los resultados del monitoreo de los efluentes del nivel 5120 de la mina Pillune y del nivel 5050 de la mina Apacheta.

Parámetro	Unidad	Mina Pillune Niv. 5120			Mina Apacheta Niv. 5050		
		Min.	Prom.	Max.	Min.	Prom.	Max.
T° amb.	°C	0.1	7.3	10.8	3.7	7.9	12.6
T° agua	°C	2.2	4.5	7.0	0.9	4.7	8.3
Caudal	m ³ /s	0.010	0.029	0.080	0.001	0.004	0.007
pH		6.7	7.9	8.6	6.6	7.9	8.5
Conductividad	μS/cm		183.7	295		753.9	1265
OD	mg/L	6.17	8.5		7.38	9.3	
Zinc	mg/L		0.07	0.16		1.92	6.53
Hierro	mg/L		0.12	0.26		1.36	2.10
Cadmio	mg/L		0.006	0.010		0.019	0.050
Plomo	mg/L		0.05	0.12		0.21	0.40
Cobre	mg/L		0.04	0.08		0.06	0.11
TSS	mg/L		60.8	112.0		214.2	424.9
TDS	mg/L		146.9	170.8		605.6	681.2

Cuadro 5.3: Relación de las estaciones de control de calidad de efluentes líquidos industriales.

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM	Descripción
P. C. No. 1*	Bocamina Niv. 5070, mina Pillune	802,220 E 8,296,040 N	Descarga de la mina Pillune. El efluente líquido drena al río Puncuhuaico
P. C. No. 2	Bocamina Niv. 5050, mina Apacheta	804,105 E 8,297,430 N	Descarga de la mina Apacheta. El efluente líquido drena al río Cacamayo
P. C. No. 4	Rebose filtro de la planta	809,220 E 8,301,640 N	Efluente líquido vertido al río Humapallisto, muy próximo a su unión con el río Cacamayo
P. C. No. 5	Pozas de sedimentación	811,375 E 8,302,020 N	Los efluentes líquido de la relavera son conducidos por canales hacia pozas de sedimentación. El drenaje líquido de estas pozas es vertido al río Collpamayo.

Notas:

P. C.= Punto de Control.

*, El punto de control No.1 fue ubicado en la bocamina del Nivel 5070, en reemplazo de la del Nivel 5120, debido a que el avance de las labores ha causado que toda el agua de la mina Pillune drene por la primera.

Cuadro 5.4: Resultados obtenidos durante el monitoreo de los efluentes del nivel 5070 de la mina Pillune y del nivel 5050 de la mina Apacheta, en cumplimiento de la Resolución Ministerial No. 011-96-EM/VMM.

Parámetro	Und.	P. C. No. 1						P. C. No 2					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Prom.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Prom.
Caudal	m3/d	2,150	1,885	2,178	2,150	2,103	2,093	629	121	654	450	425	456
pH		7.52	7.82	7.30	7.60	7.50	7.55	6.91	7.08	7.17	7.30	7.42	7.18
Zinc	mg/L	0.16	0.39	0.07	0.13	2.74	0.70	14.6	11.92	3.46	4.88	2.61	7.49
Hierro	mg/L	0.54	2.56	0.77	1.03	0.56	1.09	19.4	12.69	0.28	1.22	0.50	6.82
Cadmio	mg/L	<0.005	-	-	-	-	<0.005	0.12	-	-	-	-	0.12
Plomo	mg/L	0.28	0.66	0.06	0.09	0.25	0.27	1.14	0.83	0.07	0.37	0.21	0.52
Cobre	mg/L	<0.03	0.05	<0.03	0.03	0.04	0.03	0.52	0.28	<0.03	0.04	0.04	0.180
Arsénico	mg/L	0.009	<0.005	<0.005	0.007	0.008	0.006	0.022	0.024	<0.005	0.006	0.005	0.012
Mercurio	mg/L	<0.001	-	-	-	-	<0.001	<0.001	-	-	-	-	<0.001
TSS	mg/L	46	90	167	43	13	71.8	503	372	329	97	12	263

(1) informe SGS del Perú AM-0040.6

(2) informe SGS del Perú AM-0050.6

(3) informe SGS del Perú AM-0084.6

(4) informe SGS del Perú AM-0126.6

(5) informe SGS del Perú AM-0137.6

(ii) Filtraciones a través de los Botaderos de Roca de Desmonte

Los botaderos de desmonte actuales, dada su disposición en las laderas de los cerros Apacheta, Pillune y Sando Alcalde, podrían ocasionar aporte de sólidos en suspensión al agua de escorrentía, aunque en la actualidad esto no es apreciable.

Para determinar el potencial de generación de drenaje ácido del desmonte, se tomaron y analizaron cinco muestras representativas, correspondientes a la roca proveniente de las bocaminas de Pillune y Apacheta, realizándose pruebas de composición mineralógica y de balance ácido - base (ABA).

El Cuadro 5.5 muestra los resultados que fueron obtenidos en los laboratorios de CESL Engineering (Canadá)

Cuadro 5.5: Resultados del análisis ABA del material de los botaderos de desmonte.

Muestra	Fizz test	pH pasta	% S_T	% S_S	PA	PN	PNN	PN/PA
S4: Pillune, Niv. 5070	3	8.85	0.06	<0.002	1.7	50.8	49.0	29.5
S5: Pillune, Niv. 2120	3	8.90	0.13	<0.002	3.9	58.8	54.8	15.0
S6: Pillune, Niv. 5220	3	8.89	0.05	<0.002	1.4	44.6	43.2	31.7
S7: Apacheta, Niv. 5050	0	8.02	1.88	<0.002	58.6	15.1	-43.5	0.3
S8: Apacheta, Niv. 5150	0	7.83	1.67	0.047	47.8	26.2	-21.6	0.5

Fizz Test: 0=nada, 1=poco, 2=moderada, 3=fuerte

PA: Potencial de Producir Acidez en Toneladas CaCO₃ equivalente/1000 Toneladas de material

PN: Potencial de Neutralización en Toneladas CaCO₃ equivalente/1000 Toneladas de material.

PNN: Potencial de Neutralización Neto en Toneladas CaCO₃ equivalente/1000 Toneladas de material.

En el caso del cerro Pillune, las tres muestras presentan un Potencial Neto de Neutralización mayor a 40 y una relación entre los potenciales de neutralización y de acidez mayor a 15, por lo que es seguro afirmar que el desmonte proveniente de esta zona no generará drenaje ácido.

Por el contrario, las muestras de desmonte de Apacheta presentan un Potencial de Neutralización Neto menor -20 y una relación entre los potenciales de neutralización y de acidez menor a 0.5, lo que implica que el material es un potencial generador de aguas ácidas.

Dos muestras de las desmonteras fueron sometidas al análisis de lixiviación (ICP- análisis de toxicidad EPA 1312). El Cuadro 5.6 presenta el resultado del análisis.

Cuadro 5.6: Análisis de cabeza y lixiviación por ICP sobre el material de desmonte.

Elemento	Unidad	Muestra No. 2		Muestra No. 5	
		Cabeza	Lixiviación	Cabeza	Lixiviación
Ag	ppm	0.4	<0.01	8.9	<0.01
Al	*%/ppm	* 1.47	0.30	*0.46	<0.1
As	ppm	4	<0.05	36	<0.05
Au	ppm	<2	<0.01	<2	<0.01
B	ppm	<3	<0.02	6	<0.02
Ba	ppm	57	0.02	16	0.10
Bi	ppm	4	<0.05	<2	<0.05
Ca	*%/ppm	* 2.22	4.6	*0.42	4.5
Cd	ppm	0.3	<0.01	10.6	<0.01
Co	ppm	9	<0.01	9	<0.01
Cr	ppm	40	<0.01	36	<0.01
Cu	ppm	26	<0.01	883	<0.01
Fe	*%/ppm	* 3.08	<0.2	*2.67	<0.2
Hg	ppm	1	<0.1	<1	<0.1
K	*%/ppm	* 0.18	3.1	*0.29	5.4
La	ppm	21	0.01	15	<0.01
Mg	*%/ppm	* 1.14	0.3	*0.21	1.5
Mn	ppm	1044	<0.01	5586	0.24
Mo	ppm	3	<0.01	14	0.01
Na	*%/ppm	* 0.05	10.3	*<0.01	1.6
Ni	ppm	7	<0.01	6	<0.01
P	*%/ppm	* 0.047	<0.05	*0.051	<0.05
Pb	ppm	26	<0.1	833	<0.1
Sb	ppm	2	<0.05	12	<0.05
Sr	ppm	56	0.10	31	0.09
Th	ppm	14	<0.05	7	<0.05
Ti	*%/ppm	* 0.02	<0.01	*<0.01	<0.01
Tl	ppm	<5	<1	9	<1
U	ppm	<5	<0.2	<5	<0.2
W	ppm	<2	<0.05	<2	<0.05
Zn	ppm	91	<0.01	2067	<0.01

Muestra No. 2 corresponde con Sample S4 del informe de CESL

Muestra No. 5 corresponde con Sample S7 del informe de CESL

(iii) *Descarga de la Planta Concentradora*

El rebose de las cochas de decantación del agua del filtro y del espesador es vertido (P. C. 4) a las relaveras 1 y 2, las cuales dejaron de operar hace mucho tiempo. Los resultados del monitoreo efectuado se muestran en el Cuadro 5.7. Todos los valores obtenidos son inferiores a los niveles límites para todo momento.

Cuadro 5.7: Resultados del monitoreo ejecutado en la descarga de la planta concentradora en cumplimiento de la R.M. 011-96-EM/VMM.

Parámetro	Und.	P. C. No. 4					
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Prom.
Zinc	mg/L	0.08	0.08	1.32	0.18	0.08	0.35
Hierro	mg/L	0.16	0.42	0.20	0.74	0.11	0.33
Cadmio	mg/L	<0.005	-	-	-	-	<0.005
Plomo	mg/L	0.06	0.18	0.03	0.32	0.09	0.14
Cobre	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Arsénico	mg/L	0.044	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	0.012
Mercurio	mg/L	<0.001	-	-	-	-	<0.001
TSS	mg/L	4	<1	8	43	4	10

Notas:

- (1) Informe SGS del Perú AM-0040.6
- (2) Informe SGS del Perú AM-0050.6
- (3) Informe SGS del Perú AM-0084.6
- (4) Informe SGS del Perú AM-0126.6
- (5) Informe SGS del Perú AM-0137.6

(iv) *Descargas de las Canchas de Relave*

Las canchas de relave tienen el potencial de impactar negativamente en la calidad de agua de los cursos de agua de la zona, a través de las descargas de agua decantada y de las filtraciones de agua de escorrentía o precipitación con elevadas concentraciones de sólidos en suspensión y metales disueltos.

La unidad minera de Minera Shila cuenta con un depósito de relaves activo y dos ya abandonados. Para la evaluación de la calidad de los efluentes de la misma se fijó, durante el programa de monitoreo, la estación 12 en la descarga de la cancha de relave activa. El drenaje de la cancha de relave pasa a través de tres cochas de sedimentación, luego de la cual es descargado directamente al río Collpamayo.

Como desde el inicio de la operación minera hasta la actualidad no han habido cambios significativos en el proceso productivo, las características del efluente residual de las canchas de relave se considera similar al observado para la cancha de relave No.3 durante el ejercicio del programa de monitoreo. El Cuadro 5.8 muestra los resultados del programa de monitoreo 1994-1995, mientras que el Cuadro 5.9 muestra los resultados obtenidos en cumplimiento de la R.M. 011-96-EM/VMM. El Cuadro 5.10 muestra la comparación de los niveles máximos permisibles de descarga para unidades nuevas y los valores estimados para el vertimiento de la cancha de relave.

Cuadro 5.8: Análisis del efluente de la cancha de relave No. 3

Parámetro	Unidad	1994					1995	
		May.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Ene.	Feb.
Temp. amb.	°C	-	8.6	10.5	12.3	11.7	10.9	8.8
Temp. agua	°C	5.6	5.1	7.7	8.0	9.9	9.7	7.8
Caudal	m ³ /s	0.004	0.012	0.050	0.030	0.018	0.012	0.009
pH		8.61	8.37	7.98	8.07	8.11	7.6	7.83
CE	μS/cm	640	411	349.4	381.8	288	186	249
OD	mg/L	-	10.28	8.76	9.45	7.80	9.78	8.06
Zinc	mg/L	0.08	-	0.03	<0.01	-	-	0.05
Hierro	mg/L	-	-	0.13	0.52	-	-	0.45
Cadmio	mg/L	<0.01	-	0.002	<0.005	-	-	0.005
Plomo	mg/L	0.04	-	0.05	<0.03	-	-	0.07
Cobre	mg/L	0.08	-	0.01	<0.03	-	-	0.03
TDS	mg/L	-	294.1	264.2	-	-	-	-

Notas:

Mediciones puntuales cada mes

TDS: total de sólidos disueltos. CE: conductividad eléctrica. OD: oxígeno disuelto.

Cuadro 5.9: Resultados del monitoreo ejecutado en la descarga de la cancha de relave No.3 en cumplimiento de la R. M. 011-96-EM/VMM.

Parámetro	Und.	P. C. No. 5					Prom.
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Zinc	mg/L	0.28	0.10	0.12	0.12	0.12	0.148
Hierro	mg/L	0.29	1.47	0.14	0.19	0.47	0.512
Cadmio	mg/L	0.006	-	-	-	-	0.006
Plomo	mg/L	0.12	0.44	0.05	0.13	0.14	0.176
Cobre	mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	0.018
Arsénico	mg/L	0.016	0.007	<0.005	0.006	<0.005	0.0068
Mercurio	mg/L	<0.001	-	-	-	-	<0.001
TSS	mg/L	42	84	28	29	91	54.8

Notas:

(1) Informe SGS del Perú AM-0040.6

(2) Informe SGS del Perú AM-0050.6

(3) Informe SGS del Perú AM-0084.6

(4) Informe SGS del Perú AM-0126.6

(5) Informe SGS del Perú AM-0137.6

Cuadro 5.10: Comparación de los niveles permisibles de descarga para unidades nuevas y los valores estimados para el vertimiento de la cancha de relave No. 4.

Parámetro	Und.	Niveles máximos permisibles de descarga para unidades nuevas		Valores estimados para el vertimiento	
		Valor en cualquier momento	Valor promedio anual	Valor máximo	Valor promedio anual
pH		6-9	6-9	7.6-8.7	8.0
TSS	mg/L	50	25	ND	ND
Pb	mg/L	0.4	0.2	0.07	0.05
Cu	mg/L	1.0	0.3	0.08	0.04
Zn	mg/L	3.0	1.0	0.09	0.04
Fe	mg/L	2.0	1.0	0.52	0.37
As	mg/L	1.0	0.5	ND	ND
CN	mg/L	1.0	1.0	ND	ND

TSS= Total de sólidos en suspensión

CN= Cianuro total

ND= No determinado

Se puede observar que los parámetros que caracterizan el vertimiento son inferiores a los límites máximos permisibles de emisión para unidades nuevas. Sin embargo, se hace mención que los parámetros sólidos en suspensión totales (TSS), arsénico y cianuro total no fueron monitoreados durante el programa de monitoreo. Con referencia al último es improbable encontrar concentraciones de cianuro de importancia, ya que no se le utiliza en el proceso metalúrgico. Los sólidos en suspensión y el arsénico son monitoreados en la actualidad, tal como se observa en el Cuadro 5.9, habiéndose determinado que el promedio anual de las concentraciones en la descarga de los sólidos en suspensión son al parecer superiores al límite establecido, mientras que en el caso del arsénico se está por debajo del límite.

Para determinar el potencial de generación de drenaje ácido, se tomaron dos muestras de relave para ser sometidas al análisis de balance ácido-base (ABA). El Cuadro 5.11 muestra los resultados obtenidos.

Cuadro 5.11: Resultados del análisis ABA para el material de las relaveras.

Muestra	Fizz test	pH pasta	% S _T	% S _s	PA	PN	PNN	PN/PA
1	1	8.31	0.09	0.007	2.2	18.0	15.8	8.2
2	1	8.31	0.32	<0.002	9.8	21.9	12.1	2.2

Muestra 1: S2: Material proveniente de la base inferior posterior de la cancha de relaves No.3, cancha actualmente en uso.

Muestra 2: S3: material proveniente de la cancha de relaves No.1, abandonada en la actualidad.

Fizz Test: 0= nada, 1= poco, 2=moderada, 3=fuerte

PA: Potencial de Producir Acidez en Toneladas CaCO₃ equivalente/1000 toneladas de material

PN: Potencial de Neutralización en Toneladas CaCO₃ equivalente/1000 toneladas de material

PNN: Potencial de Neutralización Neto en Toneladas CaCO₃ equivalente/1000 Toneladas de material.

Las dos muestras presentan un Potencial de Neutralización Neto entre 20 y -20, el cual es el rango de incertidumbre en el que no se puede asegurar que el material no generará drenaje ácido. Aunque la Muestra 1 presenta una relación entre los potenciales de neutralización y de acidez de 8.2, mayor a 3, son necesarias pruebas cinéticas para determinar con seguridad el potencial de generación de drenaje ácido.

Por tenerse resultados sobre muestras con bajos porcentajes en totales de sulfuros y sulfuros en forma de sulfato, la diferencia en los resultados obtenidos puede ser adjudicada a una ligera diferencia en la composición inicial de las muestras.

(v) *Descarga de los Residuos Líquidos Domésticos*

Las aguas servidas de los campamentos de Apacheta y del hotel de empleados, así como las de los servicios higiénicos de las oficinas son tratadas mediante pozos sépticos ubicados en el valle mismo del río Cacamayo, al cual fluye la descarga de los mismos.

Se han monitoreado las descargas del pozo séptico del campamento Apacheta, mostrándose la ubicación de la estación en el Cuadro 5.12 y los resultados obtenidos en el Cuadro 5.13, en el cual se observa que el único parámetro que no cumple con los límites establecidos es sólidos en suspensión.

Por su parte, el campamento de Pillune posee silos; se construirá un pozo séptico.

Cuadro. 5.12: Estación de monitoreo del efluente de los pozos sépticos.

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM	Descripción
P. C. No. 3	Pozo séptico	805,265 E 8,299,810 N	Punto ubicado en el campamento Apacheta, los efluentes son vertidos al río Cacamayo

Cuadro 5.13: Resultados del monitoreo del rebose del pozo séptico, P. C. No.3.

Parámetro	Und.	P. C. No. 3					Prom.
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Zinc	mg/L	0.12	0.08	0.10	0.10	0.17	0.11
Hierro	mg/L	0.74	0.74	0.88	0.86	1.02	0.85
Cadmio	mg/L	<0.005	-	-	-	-	<0.005
Plomo	mg/L	0.06	0.06	0.08	0.07	0.11	0.08
Cobre	mg/L	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	0.04	0.02
Arsénico	mg/L	0.014	<0.005	0.006	0.007	0.010	0.008
Mercurio	mg/L	<0.001	-	-	-	-	<0.001
TSS	mg/L	37	64	209	58	322	138

(1) Informe SGS del Perú AM-0040.6

(2) Informe SGS del Perú AM-0050.6

(3) Informe SGS del Perú AM-0084.6

(4) Informe SGS del Perú AM-0126.6

(5) Informe SGS del Perú AM-0137.6

(vi) Impacto sobre la Calidad de Agua de los Cuerpos Receptores

La calidad de agua de los cuerpos receptores de los efluentes de la unidad minera fue debidamente descrita anteriormente. En resumen, las concentraciones de los iones metálicos son bajas y sus promedios están por debajo de los límites permisibles en la Ley de Aguas, D. L. 17752 y sus modificaciones, para aguas Clase III (aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales); el valor de oxígeno disuelto es elevado, sin embargo los valores de TSS son ocasionalmente altos.

El río Cacamayo tiene un caudal promedio de 0.030 m³/s en el punto en que recibe el agua de la mina Apacheta. La calidad del agua del río en este punto fue descrita anteriormente y corresponde a la estación No.7 del programa de monitoreo. En esta estación las concentraciones de hierro, plomo y TSS, más no la de zinc, son mayores a las concentraciones medidas aguas arriba y aguas abajo. Sin embargo, los valores altos de TSS son probablemente causados por efectos naturales ligados a fenómenos de erosión hídrica.

La calidad de agua del río Collpamayo fue debidamente descrita anteriormente y se resume a continuación:

- Las concentraciones de los iones metálicos están por debajo de los límites permisibles en la Ley de Aguas, D. L.17752 y sus modificaciones, para aguas Clase III (aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales);
- El valor de oxígeno disuelto es superior al valor mínimo de la Ley de Aguas;
- Los valores de TSS son relativamente altos.

5.2 Ambiente Biológico

5.2.1 Ecosistema terrestre

El ecosistema terrestre en la zona se ha visto afectado por la ocupación de terreno por los diferentes componentes de la unidad minera, especialmente por las canchas de relave, los depósitos de desmonte y las instalaciones de la planta concentradora y los campamentos, las que han cubierto una parte del hábitat de las especies propias del lugar.

Los impactos identificados son los siguientes:

- Existe una reducción de la abundancia y diversidad de la flora y fauna debido a la construcción de los diferentes componentes de la unidad minera.
- Reducción de la diversidad de flora, fauna y ecosistemas debido a la transformación o regresión a pajonal de puna de los bofedales en el valle del río Cacamayo, y por consiguiente la disminución de áreas de pastoreo del ganado (ovinos y camélidos), aunque no resulta claro si ésto se debe a las operaciones mineras.
- Reducción de la abundancia y diversidad de la flora y fauna en las áreas ocupadas por las canchas de relave y los botaderos de desmonte.
- Impactos causados por la contaminación con residuos domésticos del río Cacamayo entre el campamento de obreros y el hotel.

Sin embargo, considerando que la unidad minera ocupa terrenos limitados en una zona natural amplia, el impacto ocasionado sobre el ecosistema terrestre se puede considerar como leve y recuperables en función del éxito del manejo ambiental durante la operación de la unidad minera y de los trabajos de rehabilitación.

Dos especies de aves identificadas en la zona deben ser especialmente protegidas: la Parihuana andina (*Phoenicoparrus andinus*), clasificada como especie en peligro de extinción según R.M.1082-90-AG, y la Gallareta gigante (*Fulica gigantea*), especie en situación vulnerable según R.M. 1082-90-AG.

5.2.2 Ecosistema acuático

El impacto ocasionado sobre el ecosistema de los cursos de agua de la zona de la unidad minera ha sido muy limitado, debido a que los parámetros de calidad de agua de éstos se mantienen por debajo de los límites vigentes en la Ley de Aguas, excepto tal vez para los parámetros microbiológicos en el río Cacamayo en las cercanías de los campamentos.

5.3 Ambiente Socioeconómico

Como fue mencionado anteriormente, las actividades de la compañía se desarrollan en una zona que se caracteriza por su baja densidad poblacional. Por lo tanto, los impactos sobre el ambiente socioeconómico en la zona de influencia de la unidad minera se limitan a los siguientes:

1. Disminución de áreas de pastoreo del ganado (ovinos y camélidos) debido a la construcción de los diferentes componentes de la unidad minera.
2. Desarrollo de una actividad (la actividad minera) que crea más puestos de trabajo y recursos económicos para la región y el país que la actividad de pastoreo practicaba en la zona en forma restringida.

5.4 Ambiente de Interés Humano

No existen sitios históricos o arqueológicos en la zona que hayan sido afectados por las actividades de la unidad minera.

6.0 PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACION

En la presente sección se proponen las medidas a ejecutar para la mitigación de los impactos ambientales identificados. El objeto de las medidas a adoptar es el de garantizar el cumplimiento con la legislación ambiental vigente, y en particular con los límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.

6.1 Rehabilitación de las Canchas de Relave Existentes

Las pruebas estáticas realizadas para evaluar la estabilidad química de las canchas de relave mostraron que la parecer no existe suficiente capacidad para neutralizar el potencial de generación ácida. Por lo tanto, el primer paso antes de proceder a la rehabilitación de las canchas existentes será el realizar pruebas cinéticas que permitirán aclarar si es que se producirá drenaje ácido, así como la calidad del efluente. Cabe señalar que las pruebas cinéticas no se realizaron como parte del presente estudio debido a que su duración es de por lo menos cinco meses.

Luego de culminadas las pruebas cinéticas se elegirá una de las opciones para la rehabilitación de los depósitos de relave que se presentan a continuación:

(i) Relaves no generarán aguas ácidas

En este caso se procederá a asegurar la estabilidad física de los depósitos de relave. En tal sentido, para evitar la erosión hídrica y eólica, se colocará sobre toda la superficie de relave una capa de 20 cm de material granular o suelo disponible en las cercanías. Para fijar la capa de suelo se llevará a cabo un programa de revegetación con una especie nativa de la zona, muy posiblemente el ichu.

La modificación del paisaje que significa las canchas de relave es un impacto temporal inevitable que será atenuado mediante la revegetación con plantas nativas, que a su vez permitirá que el área sea utilizada por el pastoreo. Esto disimulará la modificación del paisaje que significa la presencia de una cancha de relave.

Asimismo, se construirán canales de coronación alrededor de los depósitos de relave para coleccionar el agua de escorrentía y derivarla hacia el río Collpamayo.

Como parte de la inversión a realizarse durante la ejecución del PAMA se incluyen los costos de las pruebas cinéticas y del diseño definitivo de las medidas de mitigación. A continuación se hace un estimado de la inversión necesaria:

	US\$
Pruebas cinéticas (3)	10,000
Ubicación material de préstamo	1,000
Colocación de capa de material granular	10,000
Construcción de canales de derivación	4,500
Revegetación con especies nativas	5,000

TOTAL	30,500

(ii) Relaves si generarán aguas ácidas

En tal caso, además de asegurar la estabilidad física de los depósitos, se tomarán las medidas necesarias para controlar su estabilidad química. Se colocará una capa de arcilla de 30 cm con una permeabilidad de 1×10^{-6} cm/s sobre toda la superficie ocupada por el relave, encima de la cual se colocará una capa permeable para facilitar el drenaje de agua de lluvia. Finalmente se colocará una capa de 20 cm de material granular o suelo de la zona. Para fijar la capa de suelo se llevará a cabo un programa de revegetación con una especie nativa de la zona, muy posiblemente el ichu.

La modificación del paisaje que significa las canchas de relave es un impacto temporal inevitable que será atenuado mediante la revegetación con plantas nativas, que a su vez permitirá que el área sea reutilizada por el pastoreo. Esto disimulará la modificación del paisaje que significa la presencia de una cancha de relave.

Asimismo, se construirán canales de coronación alrededor de los depósitos de relave para coleccionar el agua de escorrentía y derivarla hacia el río Collpamayo.

Como parte de la inversión a realizarse durante la ejecución del PAMA se incluye los costos de las pruebas cinética y del diseño definitivo de las medidas de mitigación. A continuación se hace un estimado de la inversión necesaria:

	US\$
Pruebas cinéticas (3)	10,000
Ubicación material de préstamo	1,500
Colocación de capa impermeable	15,000
Construcción de capa material granular (dren)	15,000
Colocación de cubierta de suelo	10,000
Construcción de canales de derivación	4,500
Revegetación con especies nativas	5,000

TOTAL	61,000

6.2 Estabilidad Química de la Roca de Apacheta

El principal problema encontrado durante la evaluación ambiental de los botaderos de desmonte es la estabilidad química del desmonte de la mina Apacheta. Si bien el análisis de las dos muestras recolectadas parece indicar que existe un potencial de generación de drenaje ácido, el primer paso durante la ejecución del PAMA será la toma de una mayor cantidad de muestras para verificar los resultados iniciales mediante la realización de nuevas pruebas de balance ácido-base (ABA), así como dos pruebas cinéticas de celda húmeda para lograr una mejor predicción de la calidad del efluente en el futuro.

En caso que se comprueben los resultados obtenidos hasta la fecha, se procederá a evaluar la disposición continua del desmonte de Apacheta con el de Pillune para aprovechar el potencial de neutralización determinado para este último mediante las pruebas de balance ácido-base.

Para evitar la erosión de los depósitos existentes de roca de desmonte se procederá a la derivación de toda el agua de escorrentía superficial mediante canales de coronación, y la captación y tratamiento con pozas de sedimentación del drenaje de las mismas.

Como parte de la inversión a realizarse durante la ejecución del PAMA se incluyen los costos de los estudios, las prueba de balance ácido - base y las pruebas cinética. A continuación se hace un estimado de la inversión necesaria:

	US\$
Pruebas adicionales de balance ácido - base y de celda húmeda para la roca de desmonte de Apacheta.	15,000
Construcción de canales de derivación y pozas de sedimentación	5,000

TOTAL	20,000

6.3 Recirculación del Agua del Espesador y Filtro

Se instalará un sistema de recirculación del agua de exceso del espesador y filtro; este sistema ya ha sido utilizado en el pasado durante épocas de sequía pero en el futuro será empleado en forma permanente. La escorrentía superficial de la planta será captada y juntada con el agua de exceso para ser también recirculada.

De esta manera solo se usará agua de reposición por pérdidas en el secado o en la misma humedad del concentrado.

El costo de la instalación se ha estimado de la siguiente manera:

	US\$
Poza de bombeo	1,000
Sistema de alcantarillado del agua de escorrentia de la planta	1,000
Construcción del sistema de recirculación de agua que incluye tubería de PVC de 2", mano de obra y madera para los parantes.	4,000

TOTAL	6,000

En cuanto al efluente de la relavera, la evaluación ambiental determinó que el único parámetro que no cumple con los límites permisibles es sólidos en suspensión, por lo que el sistema de decantación será mejorado mediante un mejor mantenimiento y limpieza de las cochas. Siendo la distancia desde la cancha de relave hasta la planta concentradora de 2300 m, el rebombeo de agua tendrá un costo elevado, por lo que esta opción se considerará solamente en caso de que la composición del vertimiento no cumpliera con los límites vigentes.

6.4 Control de Sólidos en Suspensión en las Aguas de Mina

Los resultados del monitoreo indican que las concentraciones de sólidos en suspensión sobrepasan el límite permisible establecido. Por tal motivo, se construirán pozas de sedimentación para los drenajes de las minas Pillune y Apacheta. En la actualidad no existe ningún drenaje desde las bocaminas de Sando Alcalde. El objetivo será garantizar que las descargas finales a los ríos Cacamayo y Puncuhuaico cumplan con los límites permisibles

vigentes en el país. Si la sedimentación no es suficiente por si sola para cumplir con la legislación, se usarán floculantes para facilitar la sedimentación de las partículas coloidales.

Durante la ejecución del PAMA se realizarán las siguientes inversiones:

	US\$
Estudios de Ingeniería	2,000
Construcción de las pozas de sedimentación	12,000

TOTAL	14,000

6.5 Mejora del Manejo de Residuos Sólidos Domésticos

Se mejorará el sistema de colección de basura, para lo cual inicialmente se llevará a cabo una campaña de limpieza del valle del río Cacamayo durante la cual se procederá a recolectar y apilar todos los residuos sólidos domésticos en los alrededores de los campamentos, a lo largo de los caminos de acceso y en el valle del río.

En forma permanente se instalarán contenedores de basura en diversos puntos de los campamentos. Desde estos contenedores la basura será dispuesta en un relleno sanitario, el cual será operado de acuerdo a cuidadosas prácticas ambientales. Se trabajará el relleno sanitario según el método de celdas: se procederá a enterrar la basura en pozos, los cuales serán posteriormente tapados con tierra. Este procedimiento disminuirá la posibilidad de contacto entre los desechos y animales e insectos que podrían ser portadores de enfermedades y contrarrestará la proliferación de éstos. Los envases vacíos no reutilizables serán destruidos o convertidos en inutilizables antes de su disposición en el relleno sanitario.

Se concretará un programa intensivo de educación ambiental entre los trabajadores de la unidad minera.

Durante la ejecución del PAMA se realizarán las siguientes inversiones:

	US\$
Campaña inicial de recolección de residuos	2,000
Habilitación de un relleno sanitario	4,000
Mejora del sistema de recolección	2,000
Programa de Educación Ambiental	1,000

TOTAL	9,000

6.6 Mejora del Manejo de Residuos Líquidos Domésticos

El drenaje del pozo séptico del campamento Apacheta no cumple con el límite vigente para sólidos en suspensión, por lo que se mejorará el mantenimiento del mismo con el fin de reducir esta concentración. Lo mismo se efectuará para los demás casos.

6.7 Mejora del Manejo de Grasas, Aceites y Químicos

Se implementará un plan de manejo de aceites usados, el cual comprenderá los siguientes aspectos:

Cada taller mecánico contará con un contenedor de aceites usados (de 200 a 1000 L de capacidad)

La unidad minera en su conjunto tendrá un contenedor de aceites usados de gran capacidad, el que será usado para almacenar temporalmente los aceites usados procedentes de los talleres hasta que puedan ser adecuadamente eliminados.

Se investigará la posibilidad de reciclar, revender o disponer adecuadamente los aceites usados, tal como su disposición en un relleno aprobado o su incineración.

Se realizará una evaluación del terreno para determinar la magnitud de la contaminación de aguas y suelos resultante de las prácticas anteriores no reguladas, de conformidad con la reglamentación vigente aplicable. El suelo contaminado será excavado y dispuesto en un relleno o tratado para satisfacer los objetivos de la remediación.

Con el fin de prevenir la contaminación por hidrocarburos, aceites y químicos, se designarán lugares específicos para el almacenamiento y transferencia de éstos, tomando en cuenta los siguientes criterios:

El suelo debe estar compuesto por material poco permeable o impermeable.

La instalación debe ser especialmente construida para poder contener todo los residuos de esta clase.

La instalación debe estar ubicada de tal forma que se minimice la probabilidad de contaminar cualquier cuerpo de agua.

La instalación debe estar protegida de daños físicos.

Se tomarán todas las precauciones para prevenir y controlar posibles fugas o derrames, y se contará con equipos y procedimientos de limpieza. Asimismo, se motivará al personal a operar sus equipos con máxima eficiencia (utilizar los lubricantes sin exceso).

Actualmente el Perú no cuenta con sistemas adecuados para el tratamiento de los lubricantes usados, por lo que la alternativa más conveniente sería el almacenamiento de los lubricantes usados.

Sin embargo, se recolectarán y clasificarán los productos grasosos, aceitosos y químicos, según sus características compatibles. Los aceites serán acumulados en separadores (trampas) de aceites, los que serán removidos regularmente, previniendo descargas inadvertidas de contaminantes. Esto se puede hacer por decantación o utilizando telas especiales para la absorción de este material.

Todos los filtros de aceite serán drenados por gravedad en caliente, para lo cual se deberá perforar la válvula posterior antidrenaje del filtro o de su extremidad abovedada y luego drenar en caliente o emplear cualquier método que sea capaz de extraer el aceite usado. Luego de drenados, los filtros serán eliminados en el relleno sanitario. El aceite drenado recibirá el mismo tratamiento que los aceites residuales.

Los trapos usados que contengan aceite deberán ser drenados si es que estuviesen saturados y luego serán dispuestos en el relleno sanitario. Las baterías usadas serán almacenadas y se establecerá un convenio con el vendedor que suministra baterías nuevas a fin de que las recoja con fines de reciclaje.

Durante la ejecución del PAMA se realizarán las siguientes inversiones:

	US\$
Instalación de contenedores de aceite usado	2,000
Evaluación de suelos y determinación de la extensión de la contaminación por hidrocarburos.	1,000
Implementación del sistema de tratamiento	6,000

TOTAL	9,000

6.8 Mejora del Manejo de Residuos Metálicos

La operación de la unidad minera genera una gran cantidad de residuos metálicos de todo tipo. Todo desecho metálico será recolectado, clasificado (con/sin residuos grasos, aceitosos o químicos) y dispuesto en forma adecuada en un único lugar especialmente habilitado. Los desechos metálicos no grasos se pueden acumular y vender como chatarra.

6.9 Protección Contra Derrames de Hidrocarburos

En todos aquellos lugares en que se almacenen o manipulen derivados de los hidrocarburos (petróleo o aceites) se construirán estructuras de retención contra posibles derrames, con el objetivo de evitar la contaminación de los suelos.

Dentro de un esquema de manejo de hidrocarburos se observarán las siguientes medidas:

- Se construirá un sistema de contención secundaria en la forma de un dique con una cubierta impermeable en el fondo y las paredes. La permeabilidad al agua será menor de 1×10^{-6} cm/s bajo una carga hidráulica de 3 m.
- Se mantendrá registros de inventarios actualizados, los que serán verificados mediante la comparación de las mediciones de producto almacenado con las lecturas de los dispensadores, registros de ingresos, entregas y transferencias internas.
- Se realizarán inspecciones visuales semanales de los tanques para estar seguros de que no hay fugas o deterioro de los sistemas que pudiera originar una fuga.
- Se instalarán sistemas de protección contra el sobrellenado de los tanques, es decir una alarma visual o audible que sea activada y alerte al personal para detener el flujo de combustible dentro del tanque cuando éste se encuentre lleno.

Los tanque que ya no están en uso serán puestos fuera de operación. Se evaluará el lugar del emplazamiento para determinar si es necesaria alguna medida de remediación.

El procedimiento de abandono de un tanque cumplirá con lo siguiente:

- Cualquier líquido o sedimento en el tanque será removido y eliminado mediante un método aceptable. El tanque será purgado de vapores a menos del 10 % límite de inflamación más bajo, y se abrirán suficientes orificios en la parte superior del tanque para permitir su llenado completo con un material inerte aceptable.

Alternativamente, si se deseara reutilizar, el tanque será rehabilitado, reetiquetado e inspeccionado.

- Previa a la remediación del lugar, se realizará una evaluación de las condiciones del terreno para definir la magnitud del impacto sobre el suelo y las aguas subterráneas del almacenamiento de combustible, de acuerdo a los estándares apropiados. Previamente, se establecerán los objetivos de la remediación respecto a los cuales se realizará la evaluación. El suelo será excavado y depositado en un relleno o tratado de conformidad con las reglamentaciones aplicables para su uso posterior.

Durante la ejecución del PAMA se realizarán las siguientes inversiones:

	US\$
Construcción de bermas de contención e impermeabilización del suelo alrededor de tanques y lugares de manipuleo de combustibles que aun no cuenten con éstas	6,000

6.10 Control del Polvo Fugitivo de los Caminos

Debido al reducido número de vehículos que circulan por los caminos de la unidad minera, la generación de polvo fugitivo es muy reducida y no amerita que se adopten medidas de control.

6.11 Cronogramas de Inversiones e Implementación del PAMA

El costo total de las medidas de mitigación a implementarse como parte del PAMA es de US\$ 125,000, tal como se observa en el Cuadro 6.1

Cuadro 6.1: Proyectos de mitigación a implementarse como parte del PAMA

Proyecto	Costo (US\$)
Rehabilitación de las Canchas de Relave Existentes	61,000
Estabilidad Química de la Roca de Desmonte de Apacheta	20,000
Recirculación del Agua del Espesador y Filtro	6,000
Control de Sólidos en Suspensión en las Aguas de Mina	14,000
Mejora del Manejo de Residuos Sólidos Domésticos	9,000
Mejora del Manejo de Grasas, Aceites y Químicos	9,000
Protección Contra Derrames de Hidrocarburos	6,000
COSTO TOTAL DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION	125,000

En 1995 las ventas anuales totales de Minera Shila fueron de US\$ 6,643,428.40, por lo que la inversión mínima anual de 1 % de las ventas anuales deberá ser de US\$ 66,435.

De acuerdo a lo anterior, el PAMA será ejecutado en un plazo de 2 años de acuerdo al cronograma mostrado en el Cuadro 6.2. Todos los proyectos serán ejecutados dentro de un mismo año, a excepción de la rehabilitación de los depósitos de relave, la cual se ejecutará desde enero de 1997 hasta el primer trimestre de 1998, invirtiéndose US\$ 50,000 en el primer año y el resto en el segundo.

Cuadro 6.2: Cronograma de ejecución e inversiones para el PAMA de Minera Shila

Proyecto	Costo (US\$)	1997	1998
Rehabilitación de las Canchas de Relave Existentes	61,000	50,000	11,000
Estabilidad Química de la Roca de Desmonte de Apacheta	20,000		
Recirculación del Agua del Espesador y Filtro	6,000		
Control de Sólidos en Suspensión en las Aguas de Mina	14,000		
Mejora del Manejo de Residuos Sólidos Domésticos	9,000		
Mejora del Manejo de Grasas, Aceites y Químicos	9,000		
Protección Contra Derrames de Hidrocarburos	6,000		
INVERSION ANUAL		70,000	55,000
INVERSION TOTAL ACUMULADA		70,000	125,000

7.0 PLAN DE CONTINGENCIA

La unidad minera podría estar expuesta a las siguientes contingencias:

1. Rotura de la tubería de conducción del relave
2. Falla de las canchas de relave
3. Derrame de combustibles y/o aceites

A continuación se analizan y detallan los pasos a seguir en cada uno de estos casos.

7.1 Rotura de la tubería de conducción de relave

Podría presentarse debido a una obstrucción de la tubería a consecuencia de una falla en el funcionamiento de la bomba o por un sismo de gran magnitud. Este tipo de falla podría ocasionar daño localizado al ecosistema (fauna y flora) y eventualmente formar fuentes puntuales de generación de una cantidad limitada de aguas ácidas. También podría paralizar el funcionamiento de la planta. Por lo tanto se debe regularmente controlar el estado en el cual se encuentra la tubería, mientras que la bomba tiene que ser sometida a un mantenimiento continuo. La cancha de relave No. 2 servirá como cancha de relaves de emergencia. En caso de ocurrir la rotura se debe inmediatamente avisar al Jefe de la Planta Concentradora a fin de tomar acción correspondiente evitando que la pulpa sea enviada por la tubería rota. Se hará una inspección del derrame y todo el relave que se encuentre fuera de la cancha original, será removido y apilado en la cancha de relaves.

7.2 Falla de la presa de relaves

Podría presentarse a causa de un sismo de gran magnitud o de la inundación del depósito por una precipitación extrema que genera un flujo imprevisto de agua que llegue a discurrir sobre el talud de la presa. Este tipo de falla puede producir un daño ambiental importante, pues los relaves se expandirán sobre los terrenos aledaños y en especial en el cauce del río Collpamayo. El personal que trabaja en la cancha de relaves en operación tiene que estar alerta en todo momento para cualquier irregularidad. Las canchas fuera de operación deben ser controladas continuamente por su integridad y con mayor frecuencia en caso de precipitaciones extremas. Cualquier irregularidad que se observe en la superficie de la misma deberá ser informada inmediatamente al Jefe de Seguridad y al Jefe de la Planta Concentradora.

En caso de una ocurrencia de este tipo, inmediatamente deberán adoptarse las siguientes medidas de emergencia del caso:

1. Detener el transporte de pulpa desde la planta concentradora hacia la cancha de relave.
2. Brindar atención médica a cualquier persona que haya sufrido daños físicos, trasladándose a la unidad médica de la unidad minera, y en caso grave, evacuándose a la ciudad de Arequipa por la vía más rápida.
3. Se ordenará una inspección del estado en el que se encuentra el depósito para determinar las zonas que muestren condiciones inestables, las cuales deberán ser estabilizadas de inmediato mediante la reducción de los taludes expuestos.

4. El Jefe de Seguridad de la unidad minera y el Auditor Ambiental Interno deberán identificar la extensión del derrame de los relaves, marcando claramente sobre el terreno los límites del mismo, utilizando banderines o cintas, y colocando las señales de peligro que juzguen necesarias para evitar que personas extrañas ingresen a la zona.
5. Todo el relave que se encuentre fuera del depósito deberá ser removido y apilado en un lugar seguro, habilitado de inmediato para su disposición final. De ninguna manera se debe dejar el relave fuera de aquellas zonas designadas específicamente para el almacenamiento de este material.

Adicionalmente, con el fin que el personal responsable de la disposición de los relaves esté plenamente capacitado para tal fin, la empresa regularmente promoverá campañas de control ambiental y capacitará a su personal de campo para que puedan identificar cualquier irregularidad en el manejo de relleno de la cancha de relaves y los procedimientos del plan de contingencia.

7.3 Derrame de Combustibles y/o Aceites

Dado el tamaño de la unidad minera y el movimiento diario de derivados de hidrocarburos líquidos, el potencial de derrame que puede contaminar el ambiente no es muy significativo, una vez que los tanques se encuentran dentro de bermas de contención, de acuerdo a las medidas de mitigación especificadas. Los posibles derrames encierran un gran riesgo no solamente por su posible impacto ambiental, sino porque pueden también producir incendios.

Todos los esfuerzos serán orientados a prevenir derrames de derivados de hidrocarburos líquidos. Un punto importante de este programa es el control dinámico de la corrosión y un programa de mantenimiento que prevenga derrames producidos por fallas de material. También es importante la utilización de procedimientos apropiados de operación en las instalaciones, el planeamiento y el esfuerzo consiente de los trabajadores.

En el caso de un derrame se indicarán las siguientes acciones en forma inmediata:

- Contención y limpieza del derrame
- Activación del Plan Contra Incendios
- Iniciación de la recuperación mecánica o eliminación por fuego controlado del combustible.

Existirá un comité coordinador conformado por el Superintendente General de la unidad minera y el Jefe de Seguridad y Control Ambiental, el cual será responsable de:

- Determinar la extensión del derrame
- Asignar el equipo y personal necesario
- Determinar la metodología de recuperación
- Supervisar y coordinar la acción

Una vez que el personal asignado al equipo haya completado su entrenamiento básico, se llevarán a cabo ejercicios de refresco semestrales.

8.0 PLAN DE CIERRE

El propósito del plan es delinear una estrategia para la clausura efectiva de las instalaciones de mina y planta, y restaurar las áreas disturbadas por las operaciones mineras, después de concluidas las operaciones. Si se decidiera el cierre temporal de alguno de los componentes de la unidad, el criterio a seguir será el de mantener el lugar en condiciones ambientales estables.

El emplazamiento de la mina y los terrenos afectados por las operaciones mineras serán rehabilitadas con el fin de:

- Proteger la salud y la seguridad pública
- Reducir o prevenir la degradación ambiental; y
- Permitir el uso productivo del suelo del emplazamiento minero, ya sea éste su uso original o un uso alternativo aceptable.

El plan de cierre debe ser evaluado para asegurar:

- La estabilidad física;
- La estabilidad química; y
- El uso del suelo y los requerimientos estéticos.

8.1 Infraestructura

8.1.1 Campamentos

Los inmuebles y todas las estructuras asociadas serán desmanteladas. Los materiales que se pueden recuperar serán revendidos y los que no, serán adecuadamente eliminados. Todos los residuos serán quemados o triturados y enterrados en el lugar. El terreno será modelado y revegetado.

En caso de cierre temporal, las acciones mínimas a ser tomadas son la clausura de ventanas y puertas, así como la vigilancia de las instalaciones.

8.1.2 Central térmica

La central puede ser vendida a inversionistas locales, a la comunidad o al gobierno para su operación. Si esto no fuera posible, toda la maquinaria y equipo eléctrico será removido de las instalaciones para su reventa o eliminación adecuada. El edificio sería luego desmantelado. Los materiales utilizables serán recuperados para su reventa mientras que los que no sean utilizables deberán ser adecuadamente eliminados. Todos los desechos generados serán quemados o triturados y enterrados. Las líneas de transmisión serán retiradas y los postes serán removidos para su reventa o retirados y quemados.

En caso de cierre temporal, la central podrá ser clausurada o mantenida en operación a mínima capacidad.

8.1.3 Abastecimiento de combustible

Los tanques serán puestos fuera de operación. El procedimiento de abandono para cada tanque deberá cumplir con lo siguiente:

Cualquier líquido o sedimento en el tanque será removido y eliminado por un método aceptable;

El tanque será purgado de vapores por debajo del 10 % del límite de inflamación;

Se abrirán suficientes orificios en la parte superior del tanque para permitir su llenado con algún material inerte aceptable.

Alternativamente, si se decidiera reusar, el tanque será rehabilitado, reetiquetado e inspeccionado por personal calificado.

Previamente a la rehabilitación del terreno, se realizará una evaluación con el fin de definir la magnitud del impacto de los hidrocarburos en el suelo y el agua subterránea, basándose en los estándares establecidos por la reglamentación. Todo suelo contaminado será excavado y dispuesto en un relleno o tratado de acuerdo a los requerimientos legales y al uso propuesto. Dependiendo de la extensión de la contaminación, se instalarán pozos de intercepción de aguas subterráneas para recuperar y tratar las aguas subterráneas contaminadas.

En la eventualidad de un cierre temporal, no se requerirá ninguna acción relacionada con los tanques de combustible.

8.1.4 Caminos

Algunos de los caminos del asiento minero pueden ser conservados para la población local. El cierre final de los caminos deberá ser determinado previa consulta con la comunidad local.

En los caminos que requieran ser clausurados, las alcantarillas serán removidas y la excavación recontorneada y recubierta para protegerla de la erosión. Las superficies de los caminos serán escarificadas y revegetadas.

En caso de cierre temporal, el uso de las vías de acceso a ciertas áreas será restringido.

8.2 Botaderos de Desmonte

El principal objetivo de la rehabilitación de los botaderos es restaurar el terreno a su estado original previo a la operación minera o a un estado que permita un uso consistente con los planes regionales de desarrollo.

8.2.1 Recontorneado

Se requiere del recontorneado y nivelación de los botaderos para facilitar las labores de rehabilitación tales como el recubrimiento y revegetación. El recontorneado del terreno deberá:

Proveer un paisaje que sea adecuado para el uso de la tierra en el largo plazo;

promover la estabilidad a largo plazo del terreno;

reducir la erosión; y

resultar en un mejoramiento estético de la superficie del terreno.

8.2.2 Recubrimiento y revegetación

El plan de revegetación tendrá en consideración especies de plantas adecuadas, tipos y condiciones de suelos, tasa de crecimiento de las plantas, clima y uso futuro del suelo. La revegetación también requiere la reposición del suelo natural.

8.2.3 Colección y tratamiento del drenaje

Los drenajes contaminados provenientes de todas las áreas disturbadas serán colectados y tratados a un nivel consistente con los requerimientos legales y de modo tal que no constituyan un peligro para la salud o el ambiente.

En caso de cierre temporal, los accesos a los botaderos de desmonte serán restringidos. El botadero debe ser cercado.

8.3 Planta Concentradora

Se tomarán todas las medidas necesarias para asegurar la estabilidad física y química del emplazamiento de la planta después de su cierre, dejando el lugar en condiciones adecuadas para su posterior uso.

Los inmuebles y estructuras de la planta serán desmantelados. El material utilizable será revendido para su recuperación, mientras que el material no utilizable será dispuesto ya sea in-situ o en un relleno. Todos los residuos generados serán incinerados o triturados y enterrados. Los cimientos de los edificios serán enterrados o de lo contrario dejados en condiciones seguras. El área deberá ser recubierta con material de suelo y la superficie nivelada, escarificada y revegetada.

Todos los equipos y maquinaria serán removidos del lugar y revendidos para su recuperación, mientras que los residuos serán eliminados.

Los inventarios de productos químicos serán reducidos con anticipación al cese de las operaciones, con el fin de disminuir la cantidad de productos químicos residuales que requieran ser eliminados. Las cantidades en exceso de productos químicos serán devueltas a los proveedores, vendidas o eliminadas de una manera apropiada consistente con las reglamentaciones aplicables.

Todos los explosivos sobrantes en el lugar serán devueltos al proveedor o eliminados de una manera apropiada consistentes con las reglamentaciones aplicables.

Ninguna acción es necesaria en la eventualidad de una suspensión temporal de las operaciones.

8.4 Relave

Los objetivos a corto plazo pretenden asegurar la estabilidad física y química del depósito de relave y de sus efluentes.

Si se emplea una cubierta húmeda para prevenir la generación de drenaje ácido, la estabilidad estática y dinámica de la presa a largo plazo deberá ser evaluada para analizar posibles modos de falla bajo diferentes fuerzas. Cada caso debe ser evaluado para asegurarse que el factor de seguridad esté dentro de los límites aceptables.

En el caso que se use una cubierta seca para prevenir o limitar la generación de drenaje ácido, la cubierta debe ser diseñada para asegurar la durabilidad a largo plazo bajo las condiciones ambientales predominantes.

Para asegurar la estabilidad geoquímica del relave potencialmente generador de drenaje ácido, éste debe ser colocado permanentemente bajo agua o bien debe colocársele una cubierta seca. Toda filtración contaminada proveniente del relave bajo cubierta seca deberá ser colectada y tratada.

8.4.1 Recontorneado

El depósito de relave debe ser nivelado para facilitar el recubrimiento y revegetación, y para asegurar una topografía consistente con el uso a largo plazo del terreno.

8.4.2 Recubrimiento y revegetación

Cuando se usen recubrimientos secos para la mitigación del drenaje ácido, se colocará una capa de suelo sobre la cubierta para soportar el crecimiento de las plantas. Se plantarán especies de plantas apropiadas.

8.4.3 Colección y tratamiento de las filtraciones

Se instalará un sistema de colección y tratamiento de las filtraciones en caso se emplee una cubierta seca. Las filtraciones serán tratadas antes de ser descargadas al ambiente a niveles consistentes con los requerimientos legales.

Durante la suspensión temporal de las operaciones la planta de tratamiento de aguas debe continuar operando y la presa de relaves debe ser inspeccionada regularmente para asegurar su estabilidad física.

8.5 Mina

Toda las bocaminas que dejen de utilizarse serán clausuradas y selladas de manera que no permitan el drenaje de agua hacia el exterior.

9.0 PLAN DE MONITOREO DE EMISIONES Y EFLUENTES

9.1 Monitoreo Durante las Operaciones

9.1.1 Calidad de agua

El monitoreo de la calidad de agua será realizado durante la operación con la finalidad de establecer el impacto ambiental de todos los efluentes en el ambiente acuático y el cumplimiento de los estándares establecidos para descargas de efluentes líquidos.

Se continuará el monitoreo de efluentes requerido por la R.M. 011-96-EM/VMM. Adicionalmente se implementará un programa de monitoreo para determinar la eficacia de las medidas de mitigación establecidas para la roca de desmonte. La frecuencia de monitoreo, será de acuerdo a la resolución mencionada.

El rebose del pozo séptico es monitoreado en el Punto de Control No.3 del actual programa de monitoreo. En caso de cumplir con los requisitos de calidad de efluentes establecidos se podrá eliminar este punto de control al cumplir un año de monitoreo.

Con una frecuencia trimestral se monitoreará la calidad de agua del río Cacamayo aguas abajo de las operaciones de mina y del río Collpamayo aguas abajo de la cancha de relave.

9.1.2 Calidad del aire

El monitoreo de las emisiones de la central térmica se reanudará una vez que los límites correspondientes sean publicados por el Ministerio de Energía y Minas.

9.1.3 Aspectos biológicos

El monitoreo de los aspectos biológicos deberá evaluar el impacto de las actividades mineras en el medio ambiente, incluyendo los invertebrados benthicos, peces, vida silvestre, agua y sedimentos. Este será conducido dos veces por año.

9.2 Monitoreo Posterior al Cierre

El monitoreo posterior al cierre de las operaciones permitirá obtener la información necesaria para verificar las suposiciones hechas en el Plan de Cierre. El monitoreo deberá demostrar que las estabilidades física y química han sido alcanzadas en los diferentes componentes de la operación minera.

9.2.1 Calidad de agua

El programa de monitoreo de calidad de agua de los cuerpos receptores continuará hasta que la calidad del agua del lugar haya alcanzado condiciones estables.

Para las canchas de relave y los depósitos de desmonte fuera de operación, se monitoreará durante los trabajos de rehabilitación los avances de este programa y sus efluentes seguirán siendo monitoreados hasta poder demostrar su carácter inofensivo.

9.2.2 Aspectos biológicos

El monitoreo de los aspectos biológicos debe continuar hasta que haya una clara tendencia al establecimiento de una continuidad biótica sostenible consistente con el ambiente existente.

Se implementará un programa de monitoreo de la diversidad y el estado de la población de los recursos de flora y fauna en la zona de influencia de la mina, en particular de la Parihuana Andina, actualmente en peligro de extinción, y de la Gallareta Gigante, actualmente en situación vulnerable.

Relación de Anexos

Anexo 1 : Fotografías de las instalaciones de la unidad minera Shila

Anexo 2 : Datos de monitoreo

Descripción :

- **Evaluación Ambiental Preliminar, Marzo 1995**
- **Primer, Segundo y Tercer Informe Trimestral de Monitoreo de Efluentes, 1996**
- **Análisis del potencial de generación de aguas ácidas :
Balance Acido - Base**

Anexo 1

Fotografías de la instalaciones de la unidad minera Shila



Vista panorámica de la mina Pillune, se aprecia el ecosistema “ladera desnuda”



Vista panorámica de la mina Apacheta, se aprecia los botaderos de desmonte



Valle del río Caçamayo. Se aprecia también el campamento para los trabajadores



Botadero de desmonte



Vista del pie de la cancha de relave No. 2



Cancha de relave No. 3, en actual operación



Descarga del exceso de agua, del filtro y del espesador hacia la cancha de relave No. 1



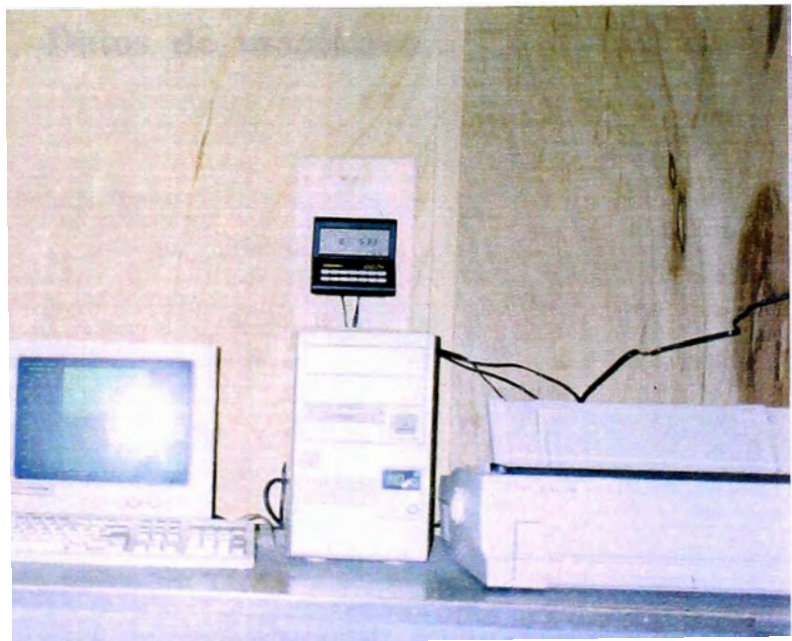
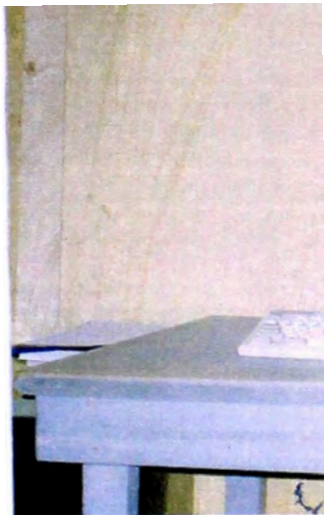
Vista del pozo séptico del hotel para los empleados



Vista panorámica del sector industrial



Central térmica Shila



Estación meteorológica Shila

Anexo 2

Datos de monitoreo

- **Evaluación Ambiental Preliminar, Marzo 1995**

EVALUACION AMBIENTAL PRELIMINAR (EVAP)

El presente Anexo contiene extractos de la Evaluación Ambiental Preliminar ejecutado por la empresa entre el mes de mayo 1994 a marzo 1995, lo consideramos necesarios para complementar el presente trabajo. El PAMA ha ampliado y profundizado el EVAP.

OBJETIVOS

Los objetivos básicos del programa de monitoreo están dirigidos a:

1. Precisar la carga y los niveles de contaminante que cada parte de la mina emite al ambiente receptor.
2. Detectar las fuentes de contaminante en las áreas operativas del emplazamiento.
3. Tomar medidas que puedan corregir inconvenientes causados por el emplazamiento minero.

ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo fueron escogidas de forma tal que se pueda cuantificar el flujo y la calidad de agua tanto de los cursos naturales, el agua que ingresa y sale de la mina, planta concentradora y campamentos, así como en puntos intermedios al interior del sistema industrial. De esta manera se busca diferenciar el efecto que tienen los efluentes de la mina, planta concentradora y de los campamentos sobre los cursos de agua natural.

ESTACION 1: Deshielo del Nevado Chila.

Permite la medición de las características del agua que da origen a las escorrentías en sus niveles más altos.

ESTACION 2: Laguna 2

Esta laguna es alimentada por las escorrentías provenientes de los deshielos del nevado Chila. Esta laguna se encuentra conectada a la laguna 1 a través de un canal.

ESTACION 3: Descarga de la Laguna 1

Parte de la descarga de la laguna es desviado a través de tuberías de su curso natural y sirve como agua de perforación para las labores de la mina Pillune y Apacheta. También para el consumo doméstico de la mina nombrada primero.

ESTACION 4: Drenaje de la mina Pillune, nivel 5120

Efluente líquido de la mina Pillune que se vierte sobre la cuenca del río Puncuhuayco.

ESTACION 5: Drenaje de la mina Apacheta, nivel 5100

Efluente líquido de la mina Apacheta que se vierte sobre la cuenca del río Cacamayo.

ESTACION 6: Drenaje de la mina Apacheta, nivel 5050

Efluente líquido de la mina Apacheta que se vierte sobre la cuenca del río Cacamayo.

ESTACION 7: Río Cacamayo después de las descargas de la mina y los talleres

En este punto se analiza el agua del cauce del río Cacamayo que ha recibido previamente las descargas de los efluentes de la mina Apacheta y de los talleres.

ESTACION 8: Captación de agua para el campamento

Es un reservorio ubicado sobre la ladera del cerro Pushca, se colecta agua de las escorrentías superficiales que va a servir a la zona de campamentos.

ESTACION 9: Río Cacamayo después de la descarga del campamento

En este punto se analiza el agua del cauce del río Cacamayo que ha recibido previamente las descargas de mina y talleres a las cuales se suman las del campamento de obreros y el hotel de empleados.

ESTACION 10: Captación de agua para la planta concentradora

Ubicado al inicio del canal de derivación del agua del río Nequeta hacia la planta concentradora.

ESTACION 11: Drenaje de la cancha de relaves

Efluente líquido de la cancha de relaves que a través de canales es conducido hacia pozas de sedimentación.

ESTACION 12: Drenaje de las pozas de sedimentación

El drenaje líquido de las pozas de sedimentación es vertido sobre el curso del río Collpamayo.

ESTACION 13: Río Collpamayo

Sobre el cauce de este río se analizan el contenido del agua que ha recibido previamente las descargas de la mina, talleres, campamentos, de la planta concentradora y relavera.

ESTACION 14: Río Sillque

Sobre el cauce de este río se analizan el agua que proviene del río Collpamayo cuyo caudal se incrementa con los aporte de los ríos Sallapucuchu, Chaquelle y Chingara, los cuales dan nacimiento al río Sillque.

Esta estación fue instalada al inicio del programa de monitoreo para cuantificar el aporte de los ríos Sallapucuchu, Chaquelle y Chingara al Sillque. Esta estación fue eliminada en setiembre de 1994.

SELECCION DE PARAMETROS

En todos los puntos se realizaron mediciones in-situ de los siguientes parámetros:

- . Temperatura del aire
- . Temperatura del agua
- . pH
- . Conductividad
- . Oxígeno
- . Flujo

A continuación se indican los parámetros analizados por cada estación. La ubicación de cada estación se muestra en el esquema adjunto.

Estación 1	- metales - TDS
Estación 3	- metales - TDS
Estación 4	- metales - TSS - TDS
Estación 6	- metales - TSS - TDS
Estación 7	- metales - TSS - TDS
Estación 8	- metales - TDS
Estación 9	- metales - TSS - TDS
Estación 10	- metales - TDS
Estación 12	- metales - TDS
Estación 13	- metales - TSS - TDS

En la prueba de metales se cuantificarán la presencia de:

- . Cd
- . Cu
- . Pb
- . Zn
- . Fe

Los criterios para la elección de estos parámetros fue el siguiente:

- Tipo de roca encajonante existente en la mina con características alcalina.
- Tipo de mineral que extrae la mina.
- Tipo de procesamiento que recibe el mineral.

La determinación de TDS se realizó por la relación existente con la conductividad.

FRECUENCIA DE MONITOREO

Las mediciones de los parámetros in-situ se realizaron semanalmente en todos los puntos de monitoreo, mientras que la toma de muestras y su posterior análisis se realizó mensualmente. Esta frecuencia fue adoptada con la finalidad de identificar las estaciones y los parámetros que presentan variabilidad.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Para el muestreo, se tomó un litro de agua para cada tipo de análisis, utilizando recipientes de polietileno, los cuales fueron tratados previamente con agua destilada y ácido nítrico diluido para asegurar su total limpieza.

Las muestras antes de ser enviadas al laboratorio para su análisis recibieron el siguiente tratamiento;

Muestras para análisis de metales se filtraron y se preservaron agregándoles ácido nítrico diluido hasta un pH por debajo de dos.

Muestras para análisis de TSS no se filtraron ni se preservaron.

El contenido de TDS se calculó con la relación de conductividad.

En todas las estaciones se pudieron hacer mediciones de temperatura del ambiente, temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto.

El caudal de agua se midió en cada punto empleando el método más apropiado para cada caso y siguiendo las recomendaciones incluidas en el protocolo de monitoreo. Debe mencionarse, sin embargo, que en la estación 2, por estar ubicada en una laguna, no fue posible efectuar la medición del caudal de flujo.

ANALISIS QUIMICOS

Los análisis químicos de las muestras de agua se realizaron inicialmente en el Laboratorio de Corrosión de la Universidad Católica de Lima, desde el mes de octubre de 1994 las muestras fueron llevadas al Laboratorio de SGS del Perú quienes cuentan con equipos de absorción atómica y todos los materiales y la infraestructura necesaria para realizar una buena determinación de los análisis requeridos.

MANEJO DE INFORMACION

Todos los datos de las mediciones de parámetros in-situ, y los resultados de los análisis químicos realizados desde el inicio del programa de monitoreo ambiental, se adjuntan en el presente Anexo. A partir de ellos se interpreta que las variaciones de los flujos en las diferentes estaciones de monitoreo concuerdan con las épocas de estiaje y de nevadas. Los caudales en las estaciones 13 y 14 que corresponden al río Collpamayo y al río Sillque respectivamente muestran flujos superiores a los encontrados en otras estaciones, encontrándose por ejemplo para el segundo y tercer trimestre caudales máximos de 0.3 m³/s, mientras que para el primer y cuarto trimestre estos se elevan hasta casi 0.9 m³/s, lo que guarda relación con lo manifestado más adelante.

En Shila no existen problemas de aguas ácidas. Los efluentes de todos los puntos de monitoreo se presentan neutro-alcalinos debido en parte a la litología del lugar.

CONTRIBUCION DEL
EMPLAZAMIENTO : Carga en Kg/día

Parámetro	16/12/94	03/02/95	28/10/94	14/09/94
Zinc (Zn ²⁺)	1.53792	N.D.	0.38016	3.73248
Hierro (Fe ²⁺)	20.1312	2.4741504	8.19072	12.6576
Cadmio (Cd ²⁺)	0.38448	N.D.	0.19008	0.127008
Plomo (Pb ²⁺)	2.29824	N.D.	1.14048	1.96128
Cobre	2.30688	N.D.	1.14048	0.39744

N.D.: No detectado

La contribución del emplazamiento se ha calculado considerando la diferencia entre la estación 13 (aguas abajo) y la estación 3 (aguas arriba del emplazamiento).

METALES

Los resultados de los aportes de metales por el emplazamiento muestran niveles bajos de Cd, Cu, Pb y Zn. La mayor contribución de carga proviene del Fe, cuyo aportes varían aproximadamente entre 2.5 y 20 Kg/día.

Al analizar estas cargas de Fe en todos los puntos de monitoreo, con la finalidad de ubicar las principales fuentes de emisión, se puede deducir que la mayor contribución posiblemente provenga del tramo comprendido entre la estación 9 y la 12, es decir, de : la descarga de la planta concentradora (0.75 l/s) o del río Humapallisto, punto que no ha sido monitoreado. Por los flujos que se tienen de estos dos puntos, se podría deducir que la contribución de Fe proveniente de la planta concentradora al Collpamayo es mínima comparada con el posible aporte que estaría proviniendo del Humapallisto.

Es preciso considerar que la mineralogía propia de la zona tiene un mayor contenido de Fe en relación a otros metales. Creemos que el contenido de Fe en la estación 13 se incrementa debido a factores naturales.

TSS

Según los reportes acumulados de laboratorio, la estación 13 presenta concentraciones de TSS que van desde 6 mg/l que no representan mayor riesgo al ambiente hasta concentraciones de 78 mg/l, es decir que las cargas de TSS en este punto varían de 466 kg/día hasta 5,395 kg/día, cambios que obedecen a las variaciones estacionales con seguridad.

Parte del problema de TSS, se origina en la estación 6 que puede presentar altos niveles de concentración, sin embargo la contribución final no es muy grande debido al bajo flujo que tiene esta estación. Obviamente, existen otras fuentes que contribuyen con esta carga, entre ellos la naturaleza de los suelos circundantes de fácil erosión hídrica.

CONCLUSIONES

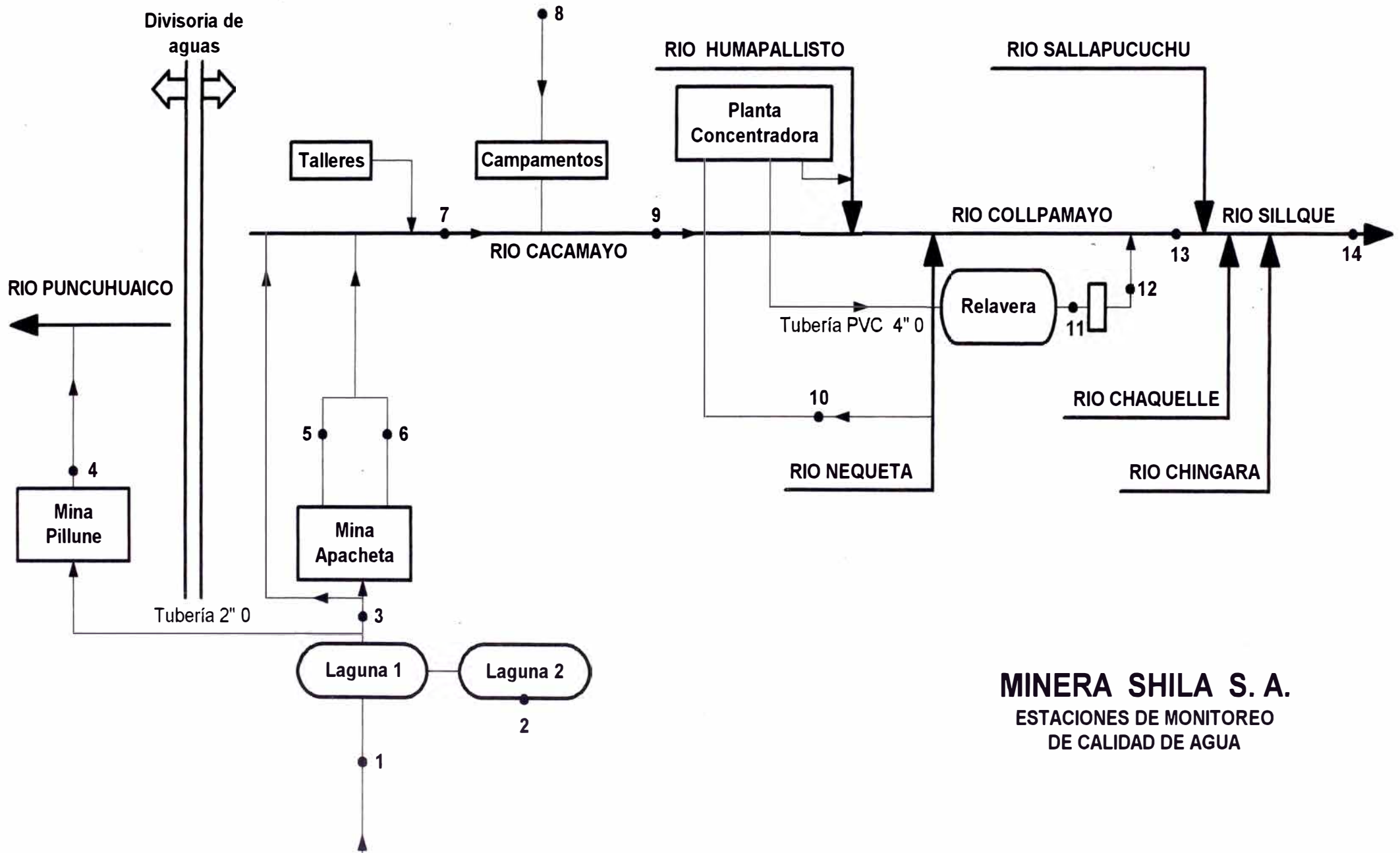
Por la situación de nuestro centro de trabajo; características geológicas y mineralógicas de nuestro yacimiento y por los procesos productivos que aplicamos, creemos que no estamos contaminando el ambiente ni las aguas de los cursos naturales.

En general, reportes de laboratorio indican presencia de plomo, zinc, hierro, cadmio y cobre en cantidades que están por debajo de los límites permisibles en la Ley de Aguas, clase III (aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales).

Los cálculos de balances de carga y de contribución del emplazamiento muestran bajos aportes de contenido metálico siendo el hierro el que se presenta en una cantidad relativamente mayor. La mineralogía propia de la zona tiene un mayor contenido de Fe en relación a los otros metales, los análisis de las aguas del deshielo del Nevado Chila y de la Laguna 1 (aguas arriba del emplazamiento) así lo confirman.

Las concentraciones de TSS en la última estación de monitoreo se presentan variable, dependiendo muchas veces de los cambios estacionales. Parte del problema de TSS, como se mencionó anteriormente, se origina en el drenaje de la mina Apacheta Nivel 5050 (estación 6) que puede presentar descargas con alto contenido de TSS, sin embargo su contribución final al Collpamayo no es muy grande debido al pequeño flujo que esta estación presenta. De cualquier modo, los sólidos en suspensión pueden ser sedimentados antes de ser directamente descargados al río, construyéndose lagunas o pozas de sedimentación de modo que se pueda evitar el transporte de los sólidos y así minimizar el impacto en las aguas receptoras.

Por el momento no se han realizado ningún ajuste operativo adicional pues consideramos que nuestras actividades productivas no están causando ningún impacto negativo sobre el medio ambiente. Sin embargo, pensamos que una vez determinado los niveles máximos permisibles de los agentes contaminantes (mediante los monitoreos efectuados en el lapso de un año), podrán tomarse las acciones necesarias para reducirlas al máximo.



MINERA SHILA S. A.
 ESTACIONES DE MONITOREO
 DE CALIDAD DE AGUA

Estación No 14: Río Sillque

Estación 14	Fecha	21/05	13/08	20/08	03/09	14/09
Parámetro	Unidad	Result.	Result.	Result.	Result.	Result.
T° del ambiente	(°C)		9.1	12.3	9.8	10.7
T° del agua	(°C)	8.4	0.5	4.9	7.8	6.6
pH		8.68	8.80	8.84	8.31	8.05
Conductividad	(µS)	254.00	273.00	252.00	216.00	215.00
O ₂ disuelto	(mg/l)		10.10	10.39	10.36	9.16
Flujo	(m ³ /s)	0.975	0.350	0.350	0.013	0.540
Zinc (Zn ²⁺)	(mg/l)	0.14				0.04
Hierro (Fe ²⁺)	(mg/l)					0.06
Cadmio (Cd ²⁺)	(mg/l)	<0.01				0.003
Plomo (Pb ²⁺)	(mg/l)	0.03				0.06
Cobre	(mg/l)	0.07				0.02
TSS	(mg/l)	27.4				1.48
TDS	(mg/l)		210.09	193.93	166.23	165.46

- **Primer, Segundo y Tercer Informe Trimestral de Monitoreo de Efluentes, 1996**

FICHA DE IDENTIFICACION : PUNTOS DE CONTROL

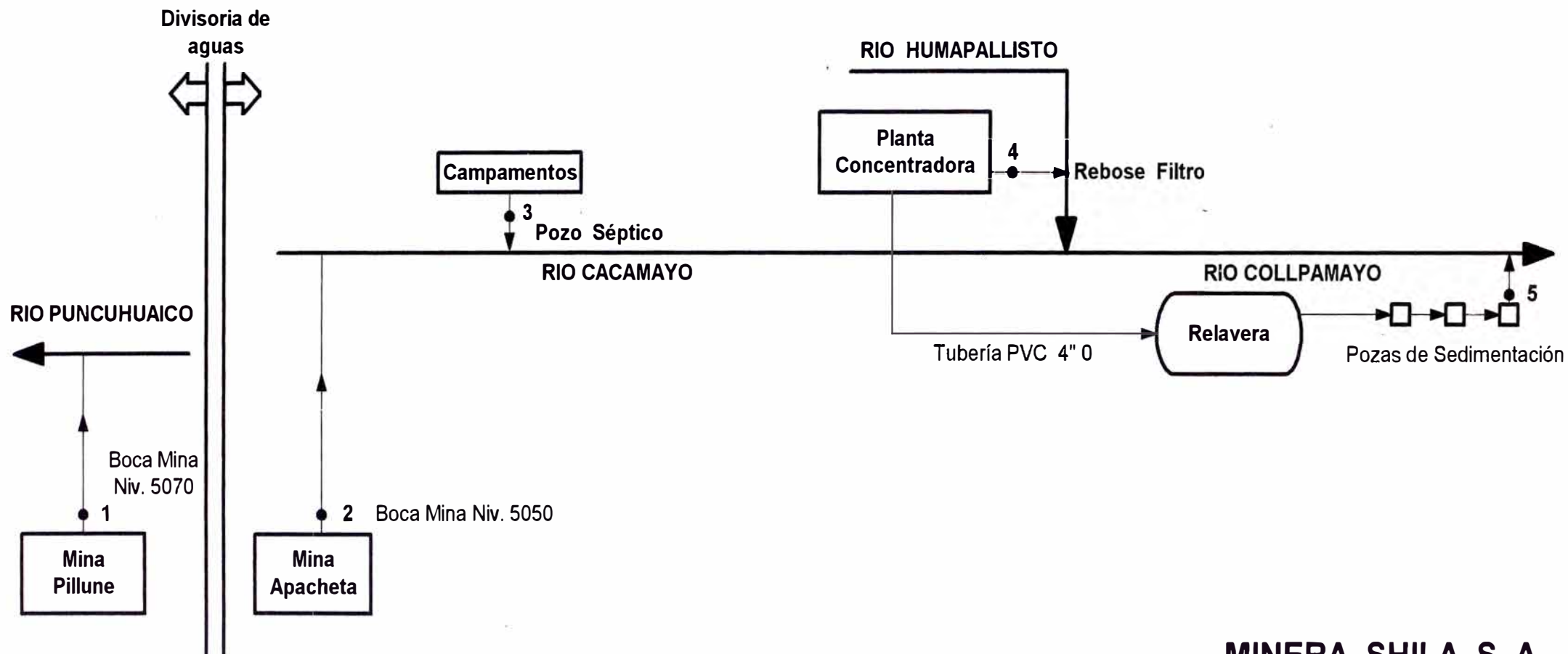
NOMBRE : P. C. No. 1, Boca Mina Nivel 5070 - Mina Pillune.
COORDENADAS : 802,220 E, 8,296,040 N.
DESCRIPCION : Ubicado en la boca mina del Niv. 5070 de la mina Pillune.

NOMBRE : P. C. No. 2, Boca Mina Nivel 5050 - Mina Apacheta.
COORDENADAS : 804,105 E, 8,297,430 N.
DESCRIPCION : Ubicado en la boca mina del Niv. 5050 de la mina Apacheta.

NOMBRE : P. C. No. 3, Pozo Séptico - Campamento Obreros.
COORDENADAS : 805,265 E, 8,299,810 N.
DESCRIPCION : Ubicado en el campamento Apacheta.

NOMBRE : P. C. No. 4, Rebose Filtro Planta Concentradora.
COORDENADAS : 809,220 E, 8,301,640 N.
DESCRIPCION : Ubicado al pie de la relavera No. 2.

NOMBRE : P. C. No. 5, Pozas de Sedimentación - Relaves.
COORDENADAS : 811,375 E, 8,302,020 N.
DESCRIPCION : Ubicado en el rebose de las pozas de sedimentación de la relavera.



MINERA SHILA S. A.

PUNTOS DE CONTROL

R. M. No. 011-96-EM/MMM

- **Análisis del potencial de generación de aguas ácidas :**

Balance Acido - Base

PROJECT :MINERA SHILA
 PROJECT # :77531

EPA TOXICITY TEST 1312 – HEAD& LEACHATE ANALYSIS BY ICP

ELEMENT	SAMPLE S4		SAMPLE S7	
	HEAD	LEACHATE	HEAD	LEACHATE
Ag ppm	0.4	<0.01	8.9	<0.01
Al %/ppm	*1.47	0.30	*0.46	<0.1
As ppm	4	<0.05	36	<0.05
Au ppm	<2	<0.01	<2	<0.01
B ppm	<3	<0.02	6	<0.02
Ba ppm	57	0.02	16	0.10
Bi ppm	4	<0.05	<2	<0.05
Ca %/ppm	*2.22	4.6	*0.42	4.5
Cd ppm	0.3	<0.01	10.6	<0.01
Co ppm	9	<0.01	9	<0.01
Cr ppm	40	<0.01	36	<0.01
Cu ppm	26	<0.01	833	<0.01
Fe %/ppm	*3.08	<0.2	*2.67	<0.2
Hg ppm	1	<0.1	<1	<0.1
K %/ppm	*0.18	3.1	*0.29	5.4
La ppm	21	0.01	15	<0.01
Mg %/ppm	*1.14	0.3	*0.21	1.5
Mn ppm	1044	<0.01	5586	0.24
Mo ppm	3	<0.01	14	0.01
Na %/ppm	*0.05	10.3	*<0.01	1.6
Ni ppm	7	<0.01	6	<0.01
P %/ppm	*0.047	<0.05	*0.051	<0.05
Pb ppm	26	<0.1	833	<0.1
Sb ppm	2	<0.05	12	<0.05
Sr ppm	56	0.10	31	0.09
Th ppm	14	<0.05	7	<0.05
Ti %/ppm	*0.02	<0.01	*<0.01	<0.01
Tl ppm	<5	<1	9	<1
U ppm	<5	<0.2	<5	<0.2
W ppm	<2	<0.05	<2	<0.05
Zn ppm	91	<0.01	2067	<0.01
Final pH**		9.19		7.80

**Filtered Leachate

PROJECT : MINERA SHILA
 PROJECT #: 77531
 TEST : MODIFIED ACID-BASE ACCOUNTING

SAMPLE #	FIZZ TEST	PASTE pH	S(T) %	S(SO)4 %	AP	NP	NET NP	NP/AP
S2	1	8.13	0.09	0.007	2.2	18.0	15.8	8.2
S3	1	8.13	0.32	< 0.002	9.8	21.9	12.1	2.2
S4	3	8.85	0.06	< 0.002	1.7	50.8	49.0	29.5
S5	3	8.90	0.13	< 0.002	3.9	58.8	54.8	15.0
S6	3	8.89	0.05	< 0.002	1.4	44.6	43.2	31.7
S7	0	8.02	1.88	< 0.002	58.6	15.1	-43.5	0.3
S8	0	7.83	1.67	0.047	47.8	26.2	-21.6	0.5

FIZZ TEST: 0=NONE 1=SLIGHT 2=MODERATE 3=STRONG

AP = ACID POTENTIAL IN TONNES CaCO₃ EQUIVALENT PER 1000 TONNES OF MATERIAL.

NP = NEUTRALIZATION POTENTIAL IN TONNES CaCO₃ EQUIVALENT PER 1000 TONNES OF MATERIAL.

NET NP = NET NEUTRALIZATION POTENTIAL = TONNES CaCO₃ EQUIVALENT PER 1000 TONNES OF MATERIAL.