

Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

VERSIÓN FINAL

Diciembre 2007

Índice Capítulo 2

2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2-1
2.1	ANTECEDENTES GENERALES	2-1
2.1.1	Nombre del Proyecto	2-2
2.1.2	Identificación del Titular del Proyecto	2-2
2.1.3	Gestión Ambiental de CMP	2-3
2.1.4	Objetivo del Proyecto	2-4
2.1.5	Localización del Proyecto	2-4
2.1.6	Superficies que comprenderá el Proyecto	2-6
2.1.7	Acceso a las Áreas del Proyecto	2-6
2.1.7.1	Sector Cerro Negro Norte	2-7
2.1.7.2	Sector Acueducto/Concentraducto	2-7
2.1.7.3	Sector Punta Totoralillo	2-7
2.1.8	Monto de Inversión del Proyecto.....	2-8
2.1.9	Mano de obra.....	2-8
2.1.10	Vida Útil del Proyecto	2-8
2.1.11	Fecha estimada de inicio de la ejecución del proyecto	2-8
2.2	DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS QUE COMPONEN EL PROYECTO	2-9
2.2.1	Sector Cerro Negro Norte	2-10
2.2.1.1	Yacimiento Minero	2-10
2.2.1.2	Acopios de mineral	2-10

2.2.1.3 Botaderos de Estériles	2-10
2.2.1.4 Chancado Primario.....	2-10
2.2.1.5 Planta de Beneficio	2-11
2.2.1.6 Planta Concentradora	2-11
2.2.1.7 Embalse de relaves espesados	2-11
2.2.1.8 Acueducto de Complemento.....	2-12
2.2.2 Sector Acueducto/Concentraducto.....	2-13
2.2.2.1 Acueducto	2-13
2.2.2.2 Concentraducto.....	2-13
2.2.3 Sector Punta Totoralillo	2-14
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	2-16
2.3.1 Sector Cerro Negro Norte	2-16
2.3.1.1 Yacimiento Minero	2-19
2.3.1.2 Botaderos de Estériles	2-22
2.3.1.3 Acopios de Mineral	2-22
2.3.1.4 Chancado Primario.....	2-22
2.3.1.5 Planta de Beneficio	2-24
2.3.1.6 Planta Concentradora	2-25
2.3.1.7 Embalse de relaves.....	2-26
2.3.1.8 Acueducto de Complemento.....	2-31
2.3.1.9 Edificios e Instalaciones Auxiliares.....	2-33
2.3.1.10 Construcción de Caminos de Tierra internos.....	2-44
2.3.1.11 Construcción de Sistema Sanitario en Sector Cerro Negro Norte	2-45

2.3.1.12	Instalación de Luminarias	2-46
2.3.1.13	Modificación de Caminos Públicos por Mina.....	2-46
2.3.1.14	Criterios Generales de Construcción	2-47
2.3.1.15	Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Construcción en Sector Cerro Negro Norte	2-52
2.3.2	Sector Acueducto/Concentraducto.....	2-61
2.3.2.1	Acueducto	2-61
2.3.2.2	Concentraducto.....	2-62
2.3.2.3	Actividades de Construcción del Trazado de los ductos	2-65
2.3.2.4	Cruce de Hitos Relevantes	2-67
2.3.2.5	Actividades asociadas a la construcción de los ductos	2-71
2.3.2.6	Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Construcción Sector Acueducto/Concentraducto	2-82
2.3.3	Sector Punta Totoralillo	2-88
2.3.3.1	Antecedentes Generales.....	2-88
2.3.3.2	Modificaciones del proyecto	2-88
2.3.3.3	Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Construcción en Sector Puerto	2-93
2.4	PUESTA EN MARCHA DE LOS DUCTOS.....	2-98
2.4.1	Lavado de Ductos.....	2-98

2.4.2 Prueba Hidrostática de los Ductos	2-99
2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE OPERACIÓN	2-100
2.5.1 Sector Cerro Negro Norte	2-100
2.5.1.1 Yacimiento Minero	2-104
2.5.1.2 Botaderos de Estériles	2-110
2.5.1.3 Acopios de mineral	2-112
2.5.1.4 Chancado Primario.....	2-113
2.5.1.5 Planta de Beneficio	2-113
2.5.1.6 Planta Concentradora	2-116
2.5.1.7 Embalse de relaves espesados	2-123
2.5.1.8 Abastecimiento de Agua Fresca.....	2-129
2.5.1.9 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Operación en Sector Cerro Negro Norte.....	2-132
2.5.2 Sector Acueducto/Concentraducto.....	2-138
2.5.2.1 Condiciones Generales de Diseño y Operación de los Ductos.....	2-138
2.5.2.2 Acueducto de recirculación	2-139
2.5.2.3 Concentraducto.....	2-142
2.5.2.4 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Operación Sector Acueducto/Concentraducto.....	2-157
2.5.3 Sector Punta Totalillo	2-157
2.5.3.1 Antecedentes Generales.....	2-157
2.5.3.2 Actividades en el área terrestre	2-159

2.5.3.3 Actividades de administración y mantenimiento.....	2-161
2.5.3.4 Energía.....	2-161
2.5.3.5 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Operación en Sector Punta Totoralillo	2-162
2.6 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE CIERRE	2-166
2.6.1 Plan de cierre Sector Cerro Negro Norte.....	2-168
2.6.1.1 Yacimiento Minero	2-168
2.6.1.2 Botaderos de Estéril	2-168
2.6.1.3 Instalaciones de Procesos (Plantas)	2-169
2.6.1.4 Embalse de Relaves Espesados	2-170
2.6.1.5 Acueducto de Complemento.....	2-171
2.6.1.6 Caminos Internos y de Acceso.....	2-172
2.6.1.7 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Abandono en el Sector Cerro Negro Norte	2-172
2.6.2 Plan de Cierre Sector Acueducto/Concentraducto	2-173
2.6.2.1 Actividades Generales de Cierre	2-173
2.6.2.2 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Abandono en el Sector Acueducto/Concentraducto.....	2-173
2.6.3 Plan de Cierre Sector Punta Totoralillo	2-174

Índice de Tablas Capítulo 2

Tabla 2-1: Resumen de las superficies requeridas por el Proyecto	2-6
Tabla 2-2: Resumen de mano de obra máxima requerida por el proyecto (número de personas).....	2-8
Tabla 2-3: Cuadro Resumen del Equipamiento Minero utilizado en la etapa de Construcción	2-20
Tabla 2-4: Geometría del muro del Embalse de Relaves Espesados	2-28
Tabla 2-5: Características del Muro de Contención por etapas	2-29
Tabla 2-6: Vertedero de Emergencia.....	2-30
Tabla 2-7: Características de los sistemas de Prevención de incendios	2-43
Tabla 2-8: Niveles de luminosidad según Área de Trabajo.....	2-46
Tabla 2-9. Factores de Seguridad para Estabilidad.....	2-48
Tabla 2-10. Sobrecargas mínimas de diseño	2-49
Tabla 2-11. Peso mínimo de operación según el tipo de equipo.....	2-51
Tabla 2-12: Fuentes de emisión de ruido en Sector Cerro Negro Norte durante la construcción del proyecto	2-53
Tabla 2-13: Niveles de emisión de ruido de maquinaria de construcción en sector Cerro Negro Norte	2-54
Tabla 2-14. Residuos Sólidos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Construcción	2-56
Tabla 2-15. Residuos Peligrosos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Construcción	2-60
Tabla 2-16. Movimiento de materiales para la etapa de construcción de los ductos....	2-77
Tabla 2-17: Tránsito Estimado Diario durante la Construcción del Concentraducto...2-80	
Tabla 2-18: Maquinaria y Equipos a utilizar en la Etapa de Construcción del Concentraducto	2-80
Tabla 2-19: Consumo de combustible en la construcción/instalación del Concentraducto	2-81
Tabla 2-20. Residuos Sólidos generados en la etapa de Construcción en el Sector Acueducto/Concentraducto	2-85

Tabla 2-21. Residuos Sólidos generados en la Etapa de Construcción en el Sector Puerto	2-95
Tabla 2-22: Actividades e instalaciones en Sector Cerro Negro Norte	2-100
Tabla 2-23: Superficies aproximadas a utilizar en Sector Cerro Norte	2-103
Tabla 2-24: Superficies aproximadas a utilizar en Sector Cerro Norte	2-103
Tabla 2-25: Geometría de rampas y expansiones.....	2-104
Tabla 2-26. Plan de Movimiento de Materiales (Miles de toneladas)	2-107
Tabla 2-27: Estimación del consumo de explosivos.....	2-108
Tabla 2-28: Equipamiento minero a utilizar en la Etapa de Operación	2-109
Tabla 2-29: Vaciado de Materiales Estériles a Botaderos (en miles de toneladas)	2-111
Tabla 2-30: Caudales máximos estimados	2-112
Tabla 2-31: Vaciado de Minerales en los acopios (en miles de toneladas)	2-113
Tabla 2-32. Reactivos que se utilizarán en Planta Concentradora.....	2-119
Tabla 2-33. Cantidades estimadas de Reactivos que se utilizarán en Planta Concentradora	2-120
Tabla 2-34: Criterios de Diseño de Embalse de Relaves Espesados	2-123
Tabla 2-35 Granulometría Final del Relave	2-125
Tabla 2-36: Caracterización química de los relaves	2-127
Tabla 2-37: Balance de Aguas Promedio para el Proyecto	2-129
Tabla 2-38: Condiciones de Operación para las estaciones de bombeo del Acueducto de Complemento	2-131
Tabla 2-39: Características de cañería de impulsión del Acueducto de Complemento ...	2-131
Tabla 2-40. Residuos Sólidos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Operación	2-135
Tabla 2-41. Residuos Peligrosos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Operación	2-138
Tabla 2-42: Condiciones de Operación para las estaciones de bombeo del Acueducto ...	2-140
Tabla 2-43: Características de cañería de impulsión del Acueducto.....	2-141

Tabla 2-44. Granulometría de Diseño	2-142
Tabla 2-45. Parámetros Reología de Diseño	2-142
Tabla 2-46. Tonelajes de Transporte Mínimo y Máximo del Concentrado	2-144
Tabla 2-47. Especificaciones de la tubería del Concentraducto	2-145
Tabla 2-48. Caracterización de la cañería del concentraducto	2-145
Tabla 2-49: Composición de la Fase Sólida del Concentrado de Hierro transportado.....	2-146
Tabla 2-50. Residuos Sólidos en la Etapa de Operación en Sector Puerto.....	2-163

Índice de Figuras Capítulo 2

Figura 2-1: Ubicación General del proyecto Hierro Atacama Fase II – Cerro Negro Norte	2-5
Figura 2-2: Rutas de acceso a las áreas del proyecto	2-6
Figura 2-3: Disposición de obras en Sector Cerro Negro Norte.....	2-12
Figura 2-4: Trazado del Acueducto y Concentraducto	2-15
Figura 2-5: Interpretación de Cuerpos Mineralizados del yacimiento Cerro Negro Norte	2-17
Figura 2-6: Ubicación de los Rajos Mineros de Cerro Negro Norte	2-18
Figura 2-7: Ubicación área de Chancado Primario y Pila de Acopio Primario	2-23
Figura 2-8. Sección Típica de plataforma de apoyo de tubería.....	2-27
Figura 2-9. Perfil del Trazado del Acueducto de Complemento.....	2-32
Figura 2-10: Esquema tipo Isla petrolera para abastecimiento de combustible en el Sector Planta Cerro Negro Norte	2-42
Figura 2-11. Perfil del Trazado del Acueducto	2-62
Figura 2-12: Perfil del trazado del Concentraducto.....	2-63
Figura 2-13: Faja de Servidumbre de Construcción del Acueducto y Concentraducto.....	2-66
Figura 2-14: Cruce Tipo 1 - Camino Pavimentado	2-69
Figura 2-15: Cruce Tipo 1 – Sección de Cruce Camino Pavimentado.....	2-69

Figura 2-16: Cruce Tipo 2 –Cruce Camino No Pavimentado.....	2-70
Figura 2-17: : Instalaciones principales del Sector Cerro Negro Norte.....	2-102
Figura 2-18: Esquema ilustrativo de rampa de rajo Cerro Negro Norte	2-105
Figura 2-19. Esquema área de carguío.....	2-105
Figura 2-20. Precipitaciones entre 1850 y 1997 en Copiapó.....	2-111
Figura 2-21: Diagrama de flujo de la Planta de Beneficio.....	2-115
Figura 2-22: Diagrama de flujo de la Planta Concentradora.....	2-117
Figura 2-23: Vista en planta del Embalse de relaves Espesados.....	2-124
Figura 2-24. Diagrama de instalaciones anexas para la Operación del Acueducto de complemento.....	2-130
Figura 2-25. Diagrama de instalaciones anexas para la Operación del Acueducto	2-140
Figura 2-26: Principales Instalaciones del Concentraducto Cerro Negro Norte	2-147
Figura 2-27: Diagrama de flujo del Puerto Punta Totoralillo.....	2-158
Figura 2-28: Pendiente de depositación de relaves espesados.....	2-171

Índice de Anexos Capítulo 2

Anexo 2.1: Antecedentes Legales del Titular y del Representante Legal
Anexo 2.2: Planos y Figuras del Proyecto
Anexo 2.3: Antecedentes pozos de abastecimiento de agua
Anexo 2.4: Resultados Test ABA y TSLP
Anexo 2.5: Hojas de Seguridad de Productos Químicos
Anexo 2.6: Estimación de Emisiones Atmosféricas
Anexo 2.7: Anteproyecto del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos
Anexo 2.8: Análisis de agua de filtrado en puerto

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

El proyecto “Hierro Atacama Fase II –Cerro Negro Norte” ha sido concebido con el propósito de aprovechar los recursos minerales de hierro existentes en la mina del mismo nombre para producir, en una primera etapa, del orden de 4.0 millones de toneladas secas promedio anual de concentrado de hierro, dentro de un horizonte de 19 años, a contar del año 2010.

Para ello, ha desarrollado una ingeniería conceptual que involucra la explotación de la mina Cerro Negro Norte, bajo un esquema de operación a rajo abierto, cuyo mineral será posteriormente chancado e ingresado a una planta concentradora que procesará el mineral para obtener un concentrado de hierro de alta pureza, que luego enviará mediante un concentraducto, al puerto de embarque en Punta Totoralillo. Debe destacarse que el Puerto original se encuentra aprobado por RCA N°070/2005 y fue modificado mediante una solicitud de pertinencia, sobre la cual la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la III Región resolvió que no era necesario ingresar al SEIA mediante Resolución N°161/2006 (27 de Septiembre de 2006).

Las partes y componentes de este proyecto son las siguientes:

- Sector Cerro Negro Norte
 1. Mina Cerro Negro Norte
 2. Chancado Primario
 3. Planta de beneficio de mineral (procesos de chancado)
 4. Planta concentradora
 5. Oficinas Administrativas
 6. Embalse de relaves espesados
 7. Acueducto de complemento y estaciones de bombeo
- Sector Acueducto/Concentraducto
 1. Acueducto (de recirculación) y estaciones de bombeo
 2. Concentraducto

- Sector Punta Totalillo
- Infraestructura de filtrado y almacenamiento, complementaria en Punta Totalillo

Cada uno de las componentes anteriores se describe y analiza en detalle en el presente EIA.

2.1.1 Nombre del Proyecto

Compañía Minera del Pacífico S.A. desarrollará el proyecto denominado “Hierro Atacama Fase II - Cerro Negro Norte”, el cual se compone de las áreas, actividades y/o instalaciones señaladas en el punto anterior.

2.1.2 Identificación del Titular del Proyecto

Compañía Minera del Pacífico S.A., en adelante CMP, fue constituida como sociedad independiente por escritura pública otorgada el 15 de diciembre de 1981 por el Notario de Santiago don Félix Jara Cadot, interino en la vacante dejada por don Eduardo González Abbott, en la que constan sus Estatutos.

El extracto correspondiente fue inscrito el 16 de diciembre de 1981, a fojas 294 N° 145 del Registro de Comercio del Conservador de Bienes Raíces de La Serena y publicado en el Diario Oficial del día 21 de diciembre de 1981.

CMP es una compañía dedicada principalmente a la minería de hierro. Sus objetivos societarios son la evaluación, desarrollo y explotación de yacimientos mineros, el procesamiento y venta de sus productos, así como el desarrollo de empresas complementarias y la prestación de servicios en las áreas de geología, minería, ingeniería y afines. Su estructura operacional actual se basa en tres centros operativos, ubicados en Copiapó – Caldera y Valle del Río Huasco, en la III Región y en el Valle del Río Elqui, en la IV Región.

CMP cuenta con concesiones mineras entre la II y VIII Regiones del país, para exploración y explotación. De estas propiedades se destacan los siguientes yacimientos, que se encuentran en etapas de prospección o explotación: El Laco, Cerro Negro Norte, Los Colorados (en sociedad con Mitsubishi Corp.), El Algarrobo, Pleito-Cristales, El Tofo y El Romeral. Para el procesamiento de sus productos CMP cuenta con plantas de chancado, concentración y peletización. Los productos de CMP son embarcados por sus puertos Guacolda II, en la III Región y Guayacán, en la IV Región.

Titular : Compañía Minera del Pacífico S.A
R.U.T : 94.638.000 - 8
Domicilio : Pedro Pablo Muñoz 675, La Serena
Fono : 56 – 51 - 208000
Fax : 56 – 51 - 208100 - 208110
Representante legal : Erick Weber Paulus
R.U.T : 6.708.980 - 4
Domicilio : Pedro Pablo Muñoz 675, La Serena
Fono : 56 - 51 - 208000
Fax : 56 – 51- 208130

Los Antecedentes legales que acreditan la personería del Titular y el representante legal se presentan en el Anexo 2.1.

2.1.3 Gestión Ambiental de CMP

Tanto en la conducción de sus procesos productivos, como en el desarrollo de nuevos proyectos, tal como el que en esta ocasión se presenta al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, CMP incorpora el concepto de responsabilidad ambiental, definida en su Política Ambiental. Para ello, la empresa cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental integrado (SGA), en conformidad con los requisitos de la norma ISO 14.001, el cual a la fecha, ha sido certificado en Puerto Guayacán, Planta de Pellets y Puerto Guacolda II.

El SGA de CMP tiene por objetivo asegurar el cumplimiento de la Política Ambiental de la empresa, sus objetivos y metas que de ella se desprenden y, en un sentido más amplio, de los principios de su Misión Empresarial, la cual establece compromisos con el Desarrollo Sustentable de sus actividades. Todo lo anterior tiene directa relación con las obras y actividades presupuestadas para la construcción, operación y cierre de las distintas instalaciones, partes y componentes del Proyecto Cerro Negro Norte, incorporando dichos compromisos desde etapas tempranas como la definición de la ingeniería del proyecto, las consideraciones constructivas y de control durante su operación y acciones a realizar durante la etapa de cierre o abandono.

2.1.4 Objetivo del Proyecto

El objetivo del Proyecto “Cerro Negro Norte” es extraer y procesar y vender minerales de hierro para abastecer el mercado. Este se inserta dentro de la estrategia de CMP de continuar el desarrollo de las actividades de explotación, extracción, procesamiento y venta de minerales de hierro tanto para el mercado local como extranjero.

El presente Estudio de Impacto Ambiental contiene las actividades relativas a la mina, chancado primario, planta de beneficio, planta de concentrado, embalse de relaves, acueducto de complemento, concentraducto de transporte del mineral de hierro, acueducto de recirculación de agua desde el puerto y adaptación de algunas instalaciones del puerto de Totoralillo.

2.1.5 Localización del Proyecto

El proyecto se emplazará en la III Región de Atacama, Provincia de Copiapó, en las comunas de Copiapó y Caldera.

En la comuna de Copiapó se ubicarán los siguientes componentes e instalaciones del proyecto:

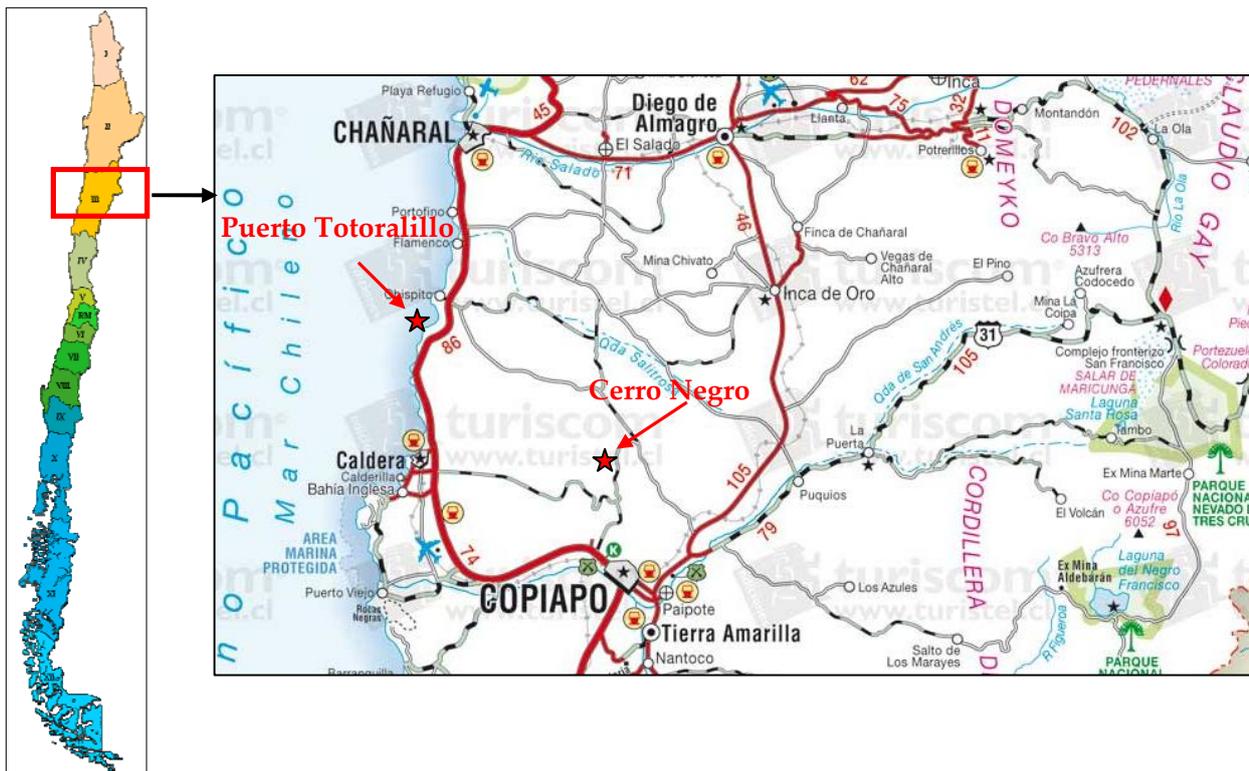
- Yacimiento Minero Cerro Negro Norte
- Botaderos de estériles (4)
- Acopios de Mineral(2)
- Chancado primario
- Planta de beneficio de mineral
- Planta concentradora de hierro
- Embalse de relaves espesados
- Acueducto de complemento (abastecimiento de agua desde Copiapó hacia la mina), 28 km de extensión aproximadamente
- Primera parte del trazado del concentraducto, entre los km 0,0 en Sector Cerro Negro Norte y 33,0
- Segunda parte del trazado del acueducto de recirculación de agua, desde el km 47,0 hasta el 80 km en Sector Cerro Negro Norte

En la comuna de Caldera se emplazarán los siguientes componentes del proyecto:

- Primera parte del trazado del acueducto de recirculación de agua, entre los km 0,0 en Puerto Punta Totalillo, hasta el km 47,0
- Segunda parte del trazado del concentraducto desde el km 33,0 hasta el 80 km en Punta Totalillo
- Modificaciones a las instalaciones del Puerto Punta Totalillo existente

Las figuras descriptivas de los distintos sectores del proyecto se presentan en tamaño ampliado en el Anexo 2.2.

Figura 2-1: Ubicación General del proyecto Hierro Atacama Fase II – Cerro Negro Norte



2.1.6 Superficies que comprenderá el Proyecto

La siguiente tabla muestra las superficies estimadas de cada una de las componentes del proyecto.

Tabla 2-1: Resumen de las superficies requeridas por el Proyecto

Actividad/Sector	Superficie (Hectáreas)
Sector Cerro Negro Norte	~ 1.330
Acueducto/Concentraducto (Cerro Negro – Puerto Totoralillo)	~ 230
Sector Punta Totoralillo (dentro del área industrial portuaria)	~ 5
Total Proyecto	~ 1.535

2.1.7 Acceso a las Áreas del Proyecto

En la siguiente figura se aprecian las rutas de acceso a las distintas componentes del proyecto.

Figura 2-2: Rutas de acceso a las áreas del proyecto



2.1.7.1 Sector Cerro Negro Norte

Acceso Principal: Desde Copiapó se accede al Sector Cerro Negro Norte desde la Ruta 5, siguiendo por la Ruta C-327. La carpeta de esta ruta es de base de ripio, hasta llegar a la mina y sus instalaciones anexas. El Acueducto de complemento, que discurre entre el sector de Toledo y Cerro Negro Norte, sigue el mismo trazado de la ruta C-355, para luego orientarse en forma paralela a la ruta C-327. La distancia aproximada entre el acceso desde la ruta 5 hasta las instalaciones del sector de Cerro Negro Norte son 25 km.

Acceso Secundario: Desde Caldera, se accede al Sector Cerro Negro Norte desde la Ruta 5 a través de la ruta C-351, cuya carpeta de rodado es de material granular. La longitud de este acceso secundario es de aproximadamente 57 km. Adicionalmente, esta ruta, conecta con la ruta C-327, 6 km antes del acceso al sector Cerro Negro Norte, la cual también llega a la mina.

2.1.7.2 Sector Acueducto/Concentraducto

Dado que ambos ductos, unen los puntos de inicio y final del proyecto, Sector Cerro Negro Norte y Sector Puerto Totoralillo, y que se emplazan en dos comunas (Copiapó y Caldera), las rutas de acceso son las mismas señaladas para sector Cerro Negro Norte y Sector Puerto. No obstante, al trazado de los ductos se puede acceder adicionalmente mediante las siguientes rutas:

- C- 449: camino que nace en la ruta 5, bifurcación Ruta 5 – Mina San Guillermo.
- C- 351: Cruce ruta 5 con Mina Adrianita.

2.1.7.3 Sector Punta Totoralillo

Al sector de Punta Totoralillo, se accederá desde la Ruta 5, a la altura del km 906, aproximadamente a 25 km al norte de Caldera.

2.1.8 Monto de Inversión del Proyecto

La inversión estimada es de US\$ 340.000.000 (trescientos cuarenta millones de dólares).

2.1.9 Mano de obra

La Tabla 2-2 muestra la mano de obra directa que se ha estimado para cada una de las etapas del proyecto, incluyendo el personal de empresas colaboradoras.

Tabla 2-2: Resumen de mano de obra máxima requerida por el proyecto (número de personas)

Período	Etapas	Sector Cerro Negro	Sector Acueducto/Concentraducto	Sector Puerto	Total
2 años	Construcción	1.200	150	250	1.600
20 años y más	Operación	800	5	5	810

2.1.10 Vida Útil del Proyecto

Se estima que el proyecto tendrá una vida útil mayor a 20 años.

La Tabla 2-2 expuesta en el punto anterior muestra la duración de las principales etapas del proyecto.

2.1.11 Fecha estimada de inicio de la ejecución del proyecto

El proyecto iniciará su construcción cuando se hayan obtenido las aprobaciones ambientales y sectoriales correspondientes.

2.2 DEFINICIÓN DE LAS PARTES, ACCIONES Y OBRAS FÍSICAS QUE COMPONEN EL PROYECTO

Para una mejor comprensión del proyecto, éste se ha dividido en 3 sectores principales, siendo estos:

1. **Sector Cerro Negro Norte:** incluye las obras físicas de Mina Cerro Negro Norte (3 rajos), Botaderos de Estériles, Acopios de mineral, Chancado primario, Planta de beneficio de mineral (3 procesos de conminución), Planta concentradora de hierro, Embalse de relaves espesados y Acueducto de complemento (para el transporte de agua desde pozos ubicados en el sector de Toledo -valle del río Copiapó- hacia el sector de Cerro Negro Norte).
2. **Sector Acueducto/Concentraducto:** incluye las obras físicas del acueducto de recirculación de agua desde el puerto hasta el sector de Cerro Negro Norte y del ducto para transporte de concentrado de hierro desde la planta concentradora hasta la recepción en las instalaciones del puerto existente.
3. **Sector Punta Totalillo:** incluye las obras físicas de ampliación y/o modificación de la planta de filtrado, piscinas de emergencia y acopios utilizándose la actual infraestructura de embarque. El puerto en su estado actual, se encuentra aprobado por las autoridades competentes. Como se indicó anteriormente, algunas instalaciones deberán ampliarse con el fin de satisfacer la demanda adicional que genera el proyecto Cerro Negro Norte sobre las instalaciones del puerto. Adicionalmente en este sector se incluirá como obra nueva, una estación de bombeo que permitirá recircular el agua recuperada del proceso de filtrado del concentrado de hierro, hacia el sector de Cerro Negro Norte.

A continuación se definen las partes y obras físicas que contendrá el Proyecto en sus distintos sectores y en los acápite siguientes de este capítulo se describen las actividades y emisiones asociadas a las etapas de construcción, operación y cierre respectivamente, que contempla el Proyecto Cerro Negro Norte.

2.2.1 Sector Cerro Negro Norte

2.2.1.1 Yacimiento Minero

Los rajos mineros de Cerro Negro Norte, corresponderán a la explotación de un yacimiento de hierro, que considera 3 rajos que abarcarán una superficie estimada de 200 hectáreas, a una tasa de explotación de 110 ktpd. Una vez realizado el proceso de extracción, el mineral será enviado al chancado primario, a los acopios y el lastre a los botaderos (Ver Figura 2-3).

2.2.1.2 Acopios de mineral

El mineral extraído que no alcance la ley de corte operacional definida para el proyecto, pero que sin embargo tenga un potencial para ser procesado a posteriori, se acopiará en forma separada en dos acopios menores, de 41 hectáreas en total. En la Figura 2-3 se muestra la ubicación de los acopios.

2.2.1.3 Botaderos de Estériles

Los estériles que se generen producto de la explotación del yacimiento minero, serán enviados a 4 botaderos de estériles con una superficie estimada de 500 hectáreas en total.

La ubicación de estos botaderos considera minimizar las distancias de transporte entre la extracción (rajo) y disposición final (botadero de estériles), a medida que se desarrolle el proyecto. En la Figura 2-3 se muestra la ubicación de los botaderos.

2.2.1.4 Chancado Primario

En este sector, el mineral descargado desde los camiones mineros, se somete a un proceso de chancado grueso, concluyendo esta etapa en la formación de un acopio primario.

2.2.1.5 Planta de Beneficio

En esta planta, el mineral proveniente del acopio primario es sometido a tres etapas de conminución:

- a. Chancado secundario
- b. Molino de rodillos
- c. Molino de rodillos secundario y formación de acopio secundario.

Una vez finalizada esta etapa, el mineral ingresará a la Planta Concentradora.

2.2.1.6 Planta Concentradora

El mineral proveniente de las pilas de almacenamiento secundario es ingresado a la Planta Concentradora, con el fin de obtener un mineral de alta ley luego de pasar por los siguientes procesos:

- a. Concentración magnética gruesa (rougher)
- b. Molienda y clasificación
- c. Concentración magnética de terminación (finisher), y
- d. Flotación neumática y adecuación de concentrado para su transporte

El sobreflujo final del proceso de flotación neumática (espuma), se envía al embalse de relaves y el concentrado de hierro hasta el puerto de embarque a través del concentraducto.

2.2.1.7 Embalse de relaves espesados

Los relaves del proyecto Cerro Negro Norte serán espesados y dispuestos en un depósito que tendrá un muro de cierre de cuenca construido con material estéril granular y cuya cara aguas arriba será impermeabilizada con una geomembrana de HDPE.

El embalse de relaves recibirá a lo largo de su vida útil un promedio anual de 5,5 MM ton, por lo que considera, una vez finalizada la vida útil del proyecto, un tonelaje total a depositar de 110 MM ton y un volumen de 81 MMm³.

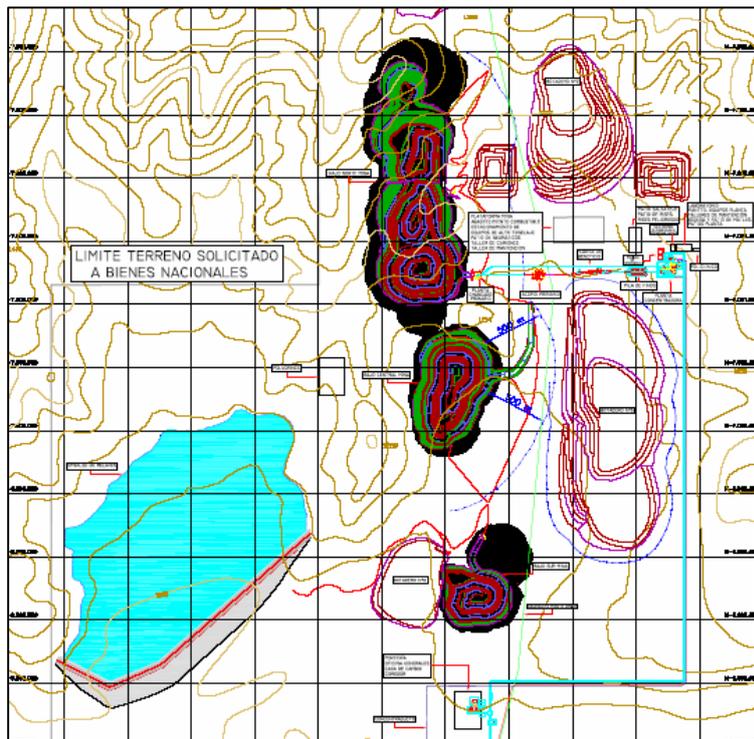
El diseño de este embalse, considera un muro de 88 m de altura, una longitud total estimada de 2.500 m, utilizando así, una superficie de aproximadamente 250 hectáreas.

2.2.1.8 Acueducto de Complemento

El suministro de agua fresca que requerirá el proyecto, provendrá de pozos ubicados en el sector de Toledo en Copiapó, y será transportada mediante un acueducto de 27,8 km de longitud, hasta el Sector de Cerro Negro Norte.

Este acueducto considera dos estaciones de bombeo similares para operar a los caudales máximos de diseño establecidos por CMP, elevándolos alrededor de 900 m (desde la cota 300 msnm en Toledo hasta el sector de Cerro Negro Norte a 1.260 msnm aproximadamente).

Figura 2-3: Disposición de obras en Sector Cerro Negro Norte



En el Anexo 2.2 se presentan en tamaño ampliado las figuras anteriores y otros planos del proyecto.

2.2.2 Sector Acueducto/Concentraducto

2.2.2.1 Acueducto

El Acueducto tendrá una longitud de 80,0 km, iniciándose el km 0,0 en el Puerto Punta Totalillo existente (~5670284 N, 320393 E), en la comuna de Caldera. El desarrollo del acueducto comenzará en dirección este hasta el kilómetro 3,5, donde luego de cruzar la ruta 5, se desviará en dirección S-SP hasta el kilómetro 35,0 donde cruzará a la comuna de Copiapó en las cercanías del sector de Bellavista. Desde este punto se dirigirá en dirección surponiente hasta el sector de Cerro Negro Norte (7001393 N, 368342 E).

El acueducto transportará un caudal de aproximadamente 90 l/s, que equivalen a la recirculación del agua de filtrado recuperada en el puerto correspondiente al Concentraducto Fase I (~40 l/s) y Concentraducto Fase II (~50 l/s).

En el desarrollo de su trazado, el acueducto tendrá 3 estaciones de bombeo similares entre sí, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento en toda su extensión. La primera de estas estaciones se ubicará en el puerto, por lo que se incluirá en el sector Punta Totalillo.

El abastecimiento eléctrico a la estación de bombeo PS-II3 será suministrado por una línea de la subestación del sector Cerro Negro Norte, que seguirá el mismo trazado de los ductos, y el abastecimiento de la estación PS-II2 será suministrado desde la subestación de Caldera, a través de una línea área de 20 km hasta la estación PS-II2.

2.2.2.2 Concentraducto

El Concentraducto tendrá una longitud de 80,0 km, iniciándose el km 0,0 en la estación de bombeo en el sector de Cerro Negro Norte, (~ 7001393N, 368342E), a una cota de terreno aproximada de 1.260 msnm en la comuna de Copiapó. El desarrollo del concentraducto será en dirección norponiente y en las cercanías del sector de Bellavista, aproximadamente en el kilómetro 45,0 cruzará a la comuna de Caldera. Siguiendo la dirección N-NO, se cruzará la ruta 5, en el kilómetro 76,5, para luego terminar en el kilómetro 80, en la estación Terminal en el Puerto Punta Totalillo existente (~56,7028400N, 320393E).

El factor de utilización del concentrado será de 95%, lo que equivale a un tonelaje nominal de transporte promedio de 4.000.000 de t/año. El tonelaje máximo de transporte del concentrado será un 15% sobre el tonelaje nominal, es decir, el concentrado podrá transportar hasta 4.600.000 t/año.

En el desarrollo de su trazado, el concentrado tendrá una estación monitorea, una estación de válvulas y una piscina de emergencia, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento en toda su extensión.

2.2.3 Sector Punta Totalillo

En el sector Punta Totalillo, se recibirá el mineral en forma de pulpa (~65% sólidos) y se procesará para obtener "Concentrado de Hierro Magnético" o "Pellet Feed". Este es un producto cuya granulometría se encuentra 80% bajo la malla 325, su densidad aparente promedio es de 2,2 t/m³ y su humedad alcanza valores cercanos al 9%.

El sistema se conforma básicamente de la recepción de la pulpa en la estación Terminal que transporta el ducto minero, una planta de filtrado, donde se separará la fase sólida de la líquida que actúa como vehículo de transporte entre el Sector de Cerro Negro Norte y el puerto, para posteriormente ser almacenado en una cancha de acopio.

A partir de los procesos de filtrado se obtendrá un efluente, que se almacenará en un estanque de 2.500 m³. La fracción principal del efluente será devuelta (recirculada) al sector de Cerro Negro Norte desde la primera estación de bombeo (PS-II1), con el fin de disminuir el consumo de agua fresca en la mina y de esta forma abastecer los requerimientos de agua del proyecto de forma sustentable, la fracción restante de este efluente será utilizada en diversos usos dentro del puerto, destacándose: áreas verdes, humectación de pilas de pellet feed y eventualmente para el abastecimiento de baños (como aguas grises).

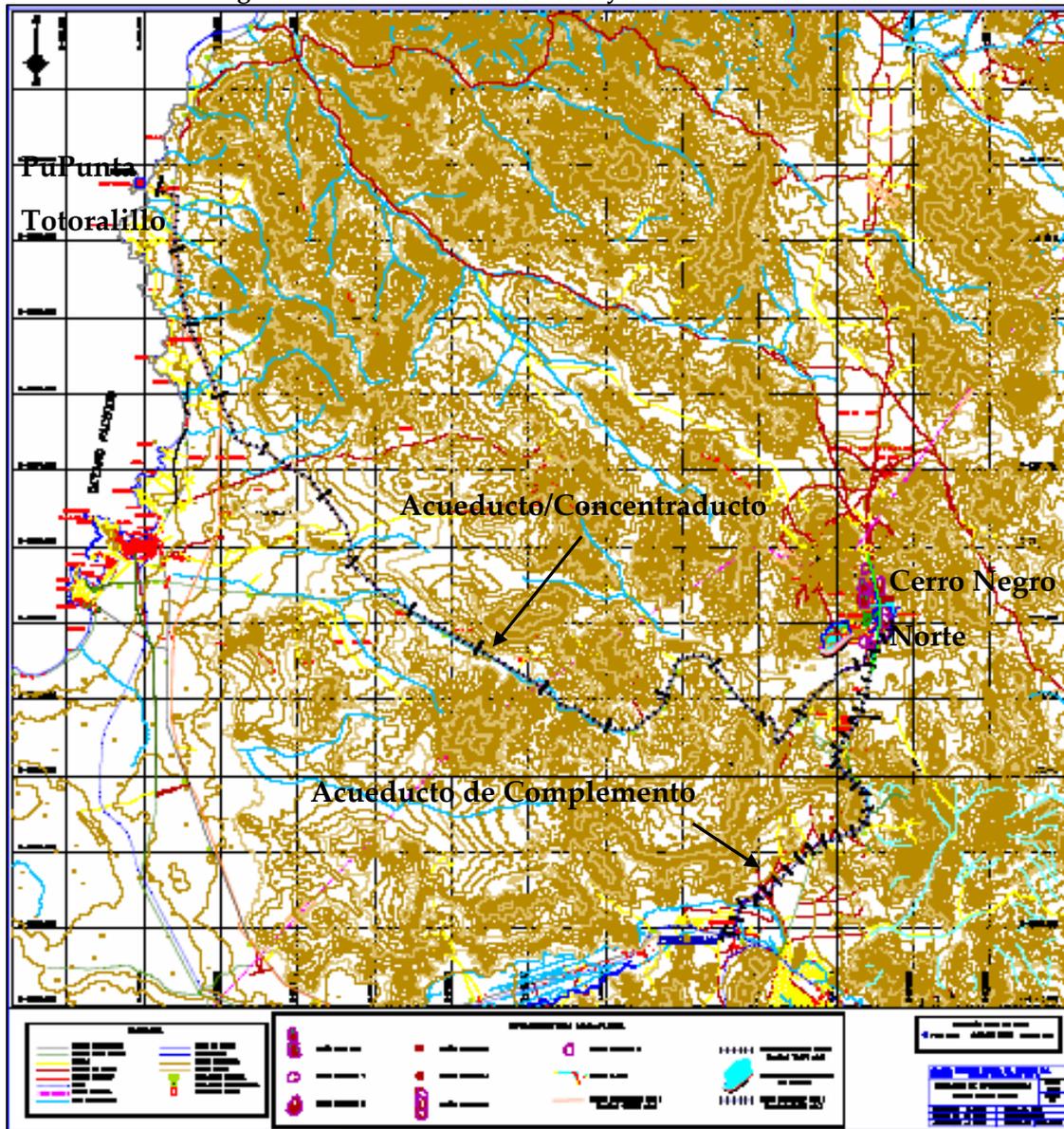
A modo de resumen, las actividades que considera el puerto, y que serán explicadas con mayor detalle en la descripción de la etapa de operación, pueden dividirse en 2 áreas principales:

- Actividades en el área terrestre:
 - Recepción de concentrado de hierro
 - Filtrado y obtención de pellet feed
 - Acopio de pellet feed

- Actividades de administración y mantenimiento
 - Actividades de administración
 - Actividades de mantención de infraestructura y equipos

En las siguientes figuras se observan las disposiciones de las partes y componentes del proyecto.

Figura 2-4: Trazado del Acueducto y Concentraducto



2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Sector Cerro Negro Norte

La etapa de construcción considera la preparación de áreas, excavación de zanjas, movimientos de tierra, construcción de infraestructuras, instalación de maquinarias y remoción de material estéril de sobrecarga, entre otras. En general comprende el período que transcurre entre el inicio de la construcción hasta que ingresa mineral al chancador primario.

Sector Acueducto/Concentraducto

La construcción del acueducto y concentraducto del proyecto implicará realizar principalmente actividades de excavación de zanjas, movimientos de tierra, y construcción de instalaciones anexas (estaciones de bombeo, válvulas, piscina, etc.).

Sector Punta Totalillo

Las modificaciones que serán realizadas al interior de Punta Totalillo corresponderán a la construcción de una nueva estación de recepción de pulpa, ampliaciones en la planta de filtrado, a la construcción de una cancha de acopio adicional de pellet feed, a la construcción de una piscina de emergencia y a la construcción de las instalaciones para la estación de bombeo que permitirá recircular el agua recuperada del proceso de filtrado, hacia el sector de Cerro Negro.

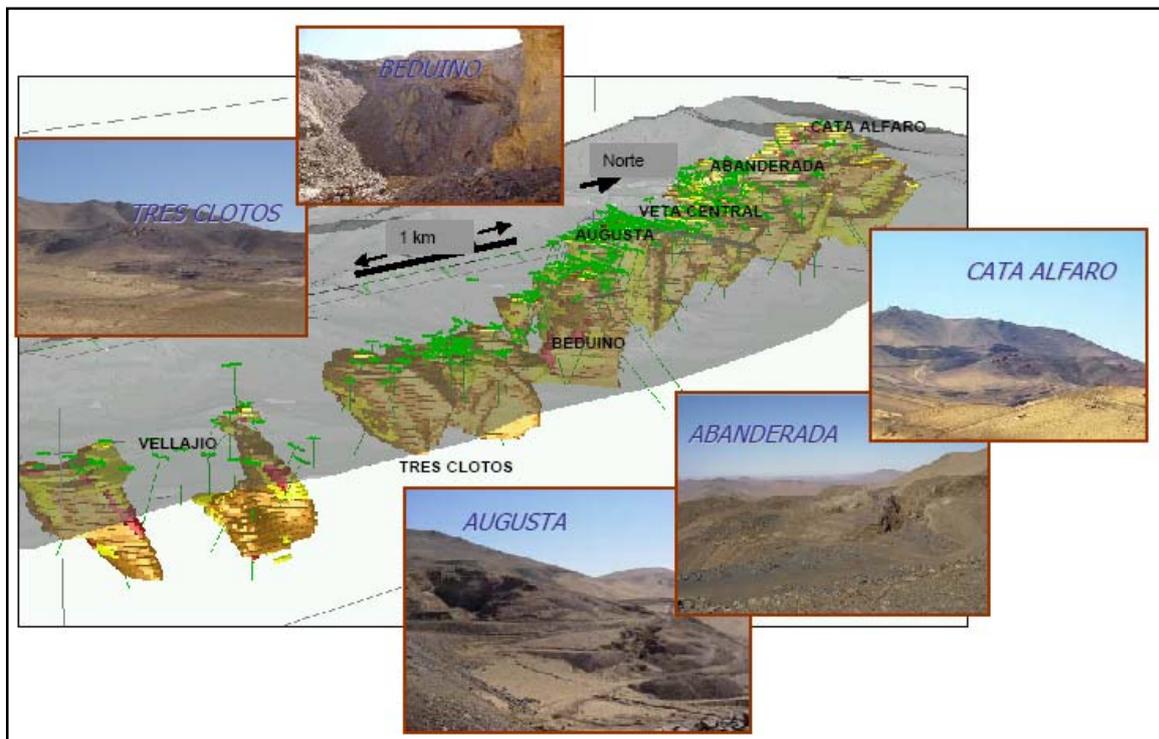
2.3.1 Sector Cerro Negro Norte

El yacimiento minero Cerro Negro Norte (CNN) se ubica entre los 1.100 y 1.500 msnm, en el sector del mismo nombre, a 32 km al oriente de la ciudad de Copiapó y a 42 km de la ciudad de Caldera. Se ubica en la llamada franja ferrífera chilena que se extiende entre Ovalle y Taltal, definida por un cinturón mineralizado de aproximadamente 600 km de longitud y 30 km de ancho. En esta franja se ubican más de medio centenar de depósitos ferríferos y los principales yacimientos explotados por CMP.

La mina Cerro Negro Norte se compone de 7 cuerpos mineralizados, cuyas denominaciones y ubicación referencial se presenta a continuación:

- Cata Alfaro
- Abanderada
- Veta Central
- Augusta
- Beduino Sur
- Tres Clotos
- Vellajo

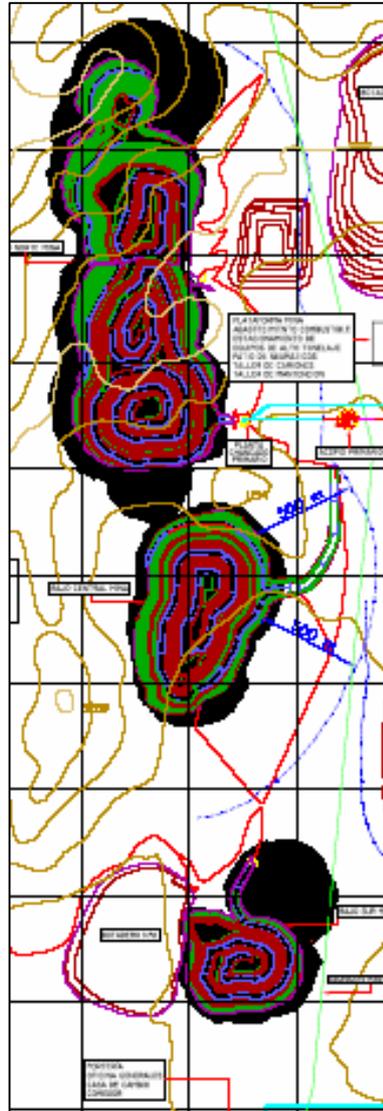
Figura 2-5: Interpretación de Cuerpos Mineralizados del yacimiento Cerro Negro Norte



Mayores detalles respecto de la componente geológica del yacimiento se encuentran en el acápite de línea de base geológica del proyecto.

La configuración espacial de los 3 rajos abiertos que considera el proyecto para la explotación de la mina se presenta a continuación:

Figura 2-6: Ubicación de los Rajos Mineros de Cerro Negro Norte



La etapa de construcción del Sector Cerro Negro Norte considera la realización de todas las actividades de preparación de áreas, realización de excavaciones, movimientos de material, construcción de instalaciones e infraestructura, armado de equipos, e instalación de maquinaria, necesarios tanto para la explotación del yacimiento minero (que comienza cuando se ingresa mineral al chancador primario) como para la infraestructura de apoyo y edificación de las demás componentes del área mina, como los acopios de estéril, los acopios de mineral, chancado primario, las plantas de beneficio y concentradora, embalse de relaves, acueducto de complemento y oficinas administrativas.

2.3.1.1 Yacimiento Minero

2.3.1.1.1 *Remoción de sobrecarga*

La fase de remoción de sobrecarga, corresponde a los movimientos de tierra destinados a la apertura de los rajos, para acceder a las reservas minerales. El material extraído en esta fase será depositado en los botaderos de estériles.

Al menos tres meses antes de empezar la remoción de sobrecarga, se realizarán los movimientos de tierra y materiales asociados a la habilitación de caminos, accesos y plataformas de perforación.

Se han definido dos períodos de remoción de sobrecarga:

1. Una primera etapa al inicio de la explotación, proyectado para mediados de 2009, una vez obtenidos los permisos ambientales y sectoriales correspondientes.
2. La siguiente entre los años 3 y 4 del proyecto.

La remoción de sobrecarga inicial, con una magnitud de 32 MMton de estéril, será realizada en un plazo aproximado de 1 año. Parte del material extraído en esta etapa será utilizado en la construcción del muro de partida del embalse de relaves.

El segundo período de remoción de sobrecarga consistirá en el movimiento de 24 MMton y 11 MMton de estéril, en los años 3 y 4 respectivamente.

Los equipos que serán utilizados en la remoción de sobrecarga, serán los mismos destinados a los primeros años de la etapa de operación. (Ver Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Cuadro Resumen del Equipamiento Minero utilizado en la etapa de Construcción

EQUIPAMIENTO MINERO	
Equipos	Cantidad
Perforación	
Perforadora Primaria 10 5/8"	2
Carguío	
Cargador Frontal 21 yd ³	2
Cargador Frontal 18 yd ³	1
Transporte	
Camiones 240 ton - PP	8
Camiones 240 ton – años 1-10	9
Camiones 240 ton – años 11-19	9
Desarrollo	
Tractor Oruga	3
Tractor Neumático	2
Motoniveladora	1
Equipos de Apoyo	
Camión Aljibe	2
Camión de servicio	3
Camionetas	30

2.3.1.1.2 Tronaduras

La operación de las tronaduras, al igual que en otras faenas mineras de CMP, será realizada por una empresa especialista en esta materia y con personal especializado y autorizado.¹

¹ Esta empresa también gestionará los permisos para el abastecimiento de materias primas y explosivos. CMP exigirá que el contratista cuente con todos los permisos legales requeridos.

Los criterios de diseño estarán basados en privilegiar la fragmentación óptima de los frentes de mineral. Dado que se operará con cargador frontal se considera una granulometría y altura de banco apropiada.

2.3.1.1.3 *Carguío*

El carguío del mineral se realizará con un cargador frontal de 18 yd³ de capacidad de balde, para el carguío de estéril se utilizará dos cargadores de 24 yd³. Todos ellos deberán tener el alcance suficiente para la operación en combinación con camiones de 240 ton.

2.3.1.1.4 *Transporte de Sobrecarga*

El transporte de materiales se efectuará con 9 camiones de tipo 240 ton.

2.3.1.1.5 *Transporte de mineral y estériles*

El transporte de mineral y estériles se efectuará con 10 camiones de 240 ton.

2.3.1.1.6 *Equipos de Desarrollo y Apoyo*

Forman parte de este grupo los tractores sobre orugas, tractores sobre neumáticos, motoniveladora y camiones de riego.

Los tractores sobre oruga prestarán el apoyo requerido de limpieza en los frentes de carguío y desmontes, además de la construcción de plataformas y caminos.

Los tractores sobre neumáticos y motoniveladora, se utilizarán principalmente en la limpieza y mantenimiento de caminos.

Los camiones aljibe tendrán la finalidad de mantener controlada la emisión de polvo vinculada al tráfico de vehículos, y además proveerán de agua a las faenas de perforación.

2.3.1.1.7 *Servicios de Apoyo*

Se contará con camiones de servicios, destinados al apoyo del mantenimiento y traslado de equipos al Sector de Cerro Negro Norte, así como también en caso de que se requiera el uso de excavadora y de perforación de precorte y secundaria.

2.3.1.2 *Botaderos de Estériles*

Para la habilitación de botaderos, en esta etapa se considera establecer los caminos de acceso desde los rajos y la preparación de una plataforma de apoyo para la descarga inicial de los camiones mineros, debidamente señalizada. Asimismo, se considera la realización previa de los estudios de estabilidad y de diseño, que regulan la forma y crecimiento de los botaderos en el transcurso del proyecto, y que considerarán, en caso de requerirse, acciones de monitoreo. Los botaderos tendrán una altura máxima de 130 m.

2.3.1.3 *Acopios de Mineral*

Para la habilitación de los acopios, en esta etapa al igual que en el caso de los botaderos, se considera establecer los caminos de acceso desde los rajos y la preparación de una plataforma de apoyo para la descarga inicial de los camiones mineros, debidamente señalizada. Asimismo, se considera la realización previa de los estudios de estabilidad y de diseño, que regulan la forma y crecimiento de los ellos en el transcurso del proyecto y que considerarán, en caso de requerirse, acciones de monitoreo. Los acopios tendrán una altura máxima de 45 m.

2.3.1.4 *Chancado Primario*

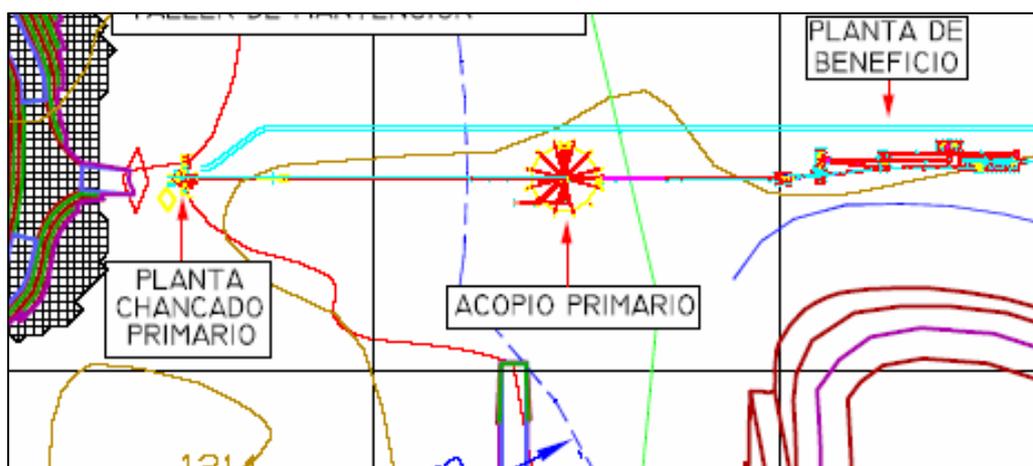
El área de Chancado Primario estará ubicada al costado nororiente del rajo minero norte. Aquí se realizará la primera conminución del mineral extraído desde la mina, el que posteriormente será enviado mediante sistema de correas transportadoras a la pila de acopio primario, que estará ubicada cercana a la planta de beneficio, aproximadamente en las coordenadas: 7.001.013 N, 356941 E. La siguiente figura

muestra la ubicación del área de chancado primario. El plano a escala se adjunta en el Anexo 2.2.

Las actividades de construcción del edificio de chancado primario serán las siguientes:

1. Preparación y nivelación del terreno.
2. Construcción de fundaciones.
3. Construcción de plataforma para descarga de material de los camiones.
4. Construcción de estructuras soportantes.
5. Instalación de los equipos.
6. Instalación de los equipos de control.

Figura 2-7: Ubicación área de Chancado Primario y Pila de Acopio Primario



2.3.1.4.1 Sistema de transporte de mineral desde Chancado Primario

Para transportar el mineral chancado hasta la Pila de Acopio Primario, se construirá un sistema de correas transportadoras, provistas de dos torres de transferencia que permitirán unir las correas. Las obras a realizar para la construcción del sistema de correas transportadoras serán las siguientes:

1. Preparación y nivelación del terreno donde será construido el sistema de correas transportadoras.

2. Habilitación de un camino de servicio paralelo al trazado del sistema de correas transportadoras.
3. Construcción de fundaciones y plataformas.
4. Instalación de torres de transferencia para el acoplamiento de las correas.
5. Instalación de las correas transportadoras.
6. Instalación de los equipos de operación y control de las correas.

2.3.1.4.2 *Pila de Acopio de Chancado Primario*

La Pila de Acopio Primario tendrá una capacidad de 40.000 ton vivas, con un tamaño medio de colpas de 10 pulgadas. Se ubicará adyacente a la Planta de Beneficio de Mineral.

Las actividades de construcción relativas a esta pila serán las siguientes:

1. Nivelación del terreno de la pila (movimientos de tierra).
2. Construcción de la base de apilamiento, a partir del mineral proveniente del chancado primario.
3. Instalación de alimentadores vibratorios bajo la pila de acopio.
4. Instalación de sistema de correas transportadoras que alimentarán a la Planta de Beneficio.

2.3.1.5 *Planta de Beneficio*

La Planta de Beneficio se emplazará al costado suroriente de la pila de almacenamiento primario, a aproximadamente 3.000 m del rajo minero y considera las siguientes actividades:

1. Preparación y nivelación del terreno.
2. Construcción de fundaciones.
3. Construcción de estructuras soportantes.
4. Instalación de los equipos.
5. Instalación de los equipos y control.

Construcción de plataforma para pilas de almacenamiento secundario. que tendrán una capacidad de 120.000 ton vivas, con un tamaño medio de partícula inferior a 3 mm. Las actividades de construcción asociadas, son homólogas a las de la Pila de Acopio de Chancado Primario, ya mencionada. Esta plataforma se ubica al final del proceso de la Planta de Beneficio.

Los equipos que serán instalados en la Planta de Beneficio en la etapa de operación serán los siguientes:

- Correas transportadoras.
- Harneros.
- Chancador secundario (MP 800 de cono).
- Chancador terciario (Prensa de rodillos primaria).
- Desaglomeradores.
- Tolva alimentadora a harneros terciarios.
- Alimentadores vibratorios.
- Chancador cuaternario (Prensa de rodillos secundaria).

2.3.1.6 Planta Concentradora

La Planta Concentradora se emplazará al sur de la Planta de Beneficio y adyacente a ésta. El mineral proveniente de las pilas de almacenamiento secundario será ingresado a la Planta Concentradora y procesado mediante diversos métodos de concentración para obtener un mineral de alta ley de hierro. El mineral de alta ley será enviado a través del concentrado al sector de Punta Totoralillo y las lamas y colas generadas durante el proceso de concentración de mineral serán enviadas a los espesadores de relaves. Las actividades que serán desarrolladas durante la etapa de construcción de la Planta Concentradora serán las siguientes:

1. Limpieza y nivelación del terreno (movimientos de tierra).
2. Construcción de fundaciones.
3. Instalación de estructura soportante (hormigones, aceros, techumbres, etc.).
4. Instalación de equipos.
5. Instalación de los equipos de control.

En este sector se construirán las fundaciones y movimientos de tierra asociados a la estación de bombeo del concentrado. Las principales características de esta estación, se presentan a continuación:

2.3.1.7 Embalse de relaves

Los relaves generados por la planta concentradora durante el procesamiento y concentración del mineral de hierro, serán enviados a estanques espesadores y posteriormente bombeados hacia tuberías de distribución que los dispondrán en el Embalse de Relaves que será construido en el sector de Los Corralillos.

Las partes y estructuras que formarán parte del depósito serán las siguientes:

1. Tren de bombas centrífugas para impulsar el relave proveniente de la planta concentradora.
2. Tuberías de HDPE mediante las cuales se realizará el transporte del relave, desde la planta.
3. Sistema espesador del embalse de relaves.
4. Sistema de recuperación de agua, que devolverá el agua captada tanto del espesador como del depósito mismo, y la retornará a la planta concentradora mediante tuberías de HDPE.
5. Muro de contención, construido con material granular estéril.
6. Evacuador de emergencia destinado a manejar las eventuales crecidas durante la operación del depósito.

2.3.1.7.1.1 Impulsión y Conducción de Relave

Para llegar con el relave a los espesadores ubicados en el depósito, será necesario realizar una impulsión inmediatamente después de la descarga de los espesadores de la planta concentradora, para ello se considera una estación de bombeo de las siguientes características:

- 2 trenes de bombas.
- Tubería de impulsión.

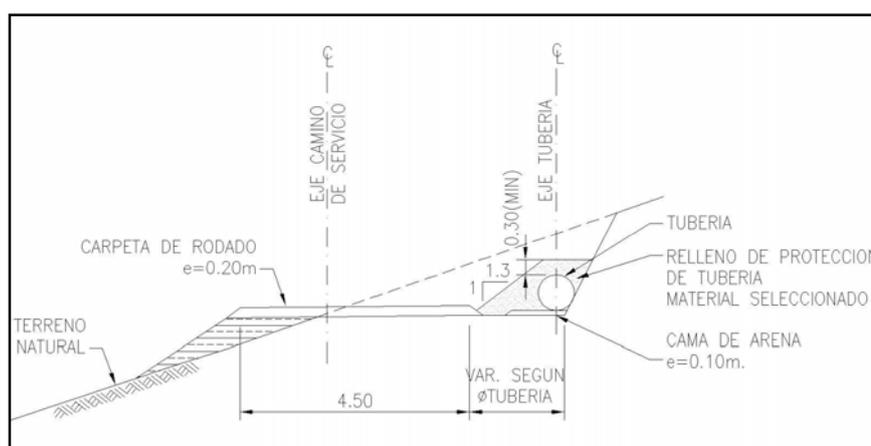
La conducción de relave se realizará en una plataforma excavada en la ladera con su correspondiente camino de servicio lateral.

Se contempla también la construcción de una piscina de emergencia ante la eventualidad de fallas operacionales de la estación de impulsión de relaves.

La potencia instalada para elevar el caudal de pulpa desde la cota 1.060 hasta la cota 1.163 a través de una tubería de HDPE de 500 mm de diámetro será de 1.500 HP. Se consideraron dos trenes de bombas (uno stand by) cada uno con tres bombas de 500 HP y un cajón de relave de aproximadamente 16,2 m³ y uno de traspaso de aproximadamente 30 m³.

La tubería seleccionada para transportar los 360 l/s de pulpa desde la cota 1.160 a la 1.145 es de HDPE con un diámetro de aproximadamente 560 mm, a continuación se detalla la sección típica de la plataforma de apoyo de tubería.

Figura 2-8. Sección Típica de plataforma de apoyo de tubería



2.3.1.7.2 Sistema Espesador del Embalse de relaves

El espesado del relave se realizará a través de dos espesadores de alta densidad. Cada uno de ellos de 34 m de diámetro. El cajón de recuperación de aguas se diseñó de hormigón armado con un volumen útil de almacenamiento de agua de aproximadamente 50 m³. Los espesadores se emplazarán en una plataforma y el bajo flujo de éstos evacua al embalse.

2.3.1.7.2.1 Sistema de Recuperación de Agua

A. Desde Espesadores a Planta

La tubería que une al estanque de agua de los espesadores con la planta concentradora tiene flujo gravitacional será de HDPE, con diámetro 315 mm y tendrá una longitud de 2.600 m.

B. Desde Embalse a Planta

Eventualmente, debido a condiciones ajenas al proceso, como consecuencia de ciertas condiciones climáticas, puede acumularse agua en la cubeta del tranque de relaves, la cual deberá recuperarse para optimizar las condiciones del manejo de los relaves espesados. La tubería que vaciará la eventual laguna será de HDPE de 4.300 m de longitud, con un diámetro de 250 mm.

2.3.1.7.3 *Muro de contención*

La construcción del muro de contención, que alcanzará los 88 m de altura final, se realizará principalmente con relleno de estéril proveniente de la mina, el cual será transportado mediante camiones de gran tonelaje y depositado en capas horizontales. Las características geométricas más relevantes son las siguientes:

Tabla 2-4: Geometría del muro del Embalse de Relaves Espesados

Criterio de diseño	Valor
Talud aguas abajo	1,8 (H) : 1 (V)
Talud aguas arriba	1,7 (H) : 1 (V) con bermas de 2 m en cada etapa
Ancho de coronamiento	30 m
Longitud final	2.500 m
Revanca mínima de operación	Primera etapa : 11 m Última etapa: 6 m

Con el objeto de seguir la pendiente del relave, el perfil longitudinal por el coronamiento del muro presentará un tramo horizontal y el otro inclinado con una pendiente del 1,35%.

La construcción del muro se realizará en siete etapas a lo largo de toda su vida útil. En la siguiente tabla se muestran las características principales de cada etapa:

Tabla 2-5: Características del Muro de Contención por etapas

Etapa	El.(msnm) ^[1]	Volumen por Etapa (MMm ³)	Altura (m) ^[2]	Período (años)
Etapa 1	1.016	3,1	36	1
Etapa 2	1.025	2,3	45	1,5 – 2,5
Etapa 3	1.034	2,7	53	3 – 4
Etapa 4	1.042	3,4	62	5 – 6
Etapa 5	1.051	4,0	71	7 – 10
Etapa 6	1.059	4,6	79	11 – 14
Etapa 7	1.067,5	4,0	88	15 – 20

^[1]Cota del coronamiento de la etapa

^[2]Altura total del muro a esa etapa

Las actividades constructivas a realizar para el desarrollo del muro de contención del embalse, son las siguientes:

- Realización de escarpes y compactación de terreno.
- Construcción de fundaciones.
- Aplicación de capa de material de seleccionado para evitar el punzonamiento de la geomembrana.
- Instalación de geomembrana de HDPE en el talud de aguas arriba del muro y en la ladera para evitar que una eventual acumulación de agua (laguna) produzca filtraciones.
- Construcción de zanja para anclaje de la geomembrana.

2.3.1.7.4 *Vertedero de Emergencia*

El desarrollo del muro de contención contempla la construcción de un vertedero de emergencia, destinado a evacuar las eventuales crecidas, en la etapa final.

La obra corresponderá a un vertedero frontal de albañilería de piedra, el cual evacuará a un canal, con una pendiente longitudinal del 1%.

A continuación se indica las características del vertedero:

Tabla 2-6: Vertederos de emergencia

Etapa	Elevación (msnm)	Ancho del Vertedero (m)	Ancho del Canal (m)	Longitud del Canal (m)	Caudal de diseño (Qd) (m³/s)
4	1021,5	15	6	850	29,8

El caudal de diseño corresponde a una crecida con período de retorno de 1.000 años regulado por la cubeta del depósito.

2.3.1.7.5 *Estación de Bombeo del Concentraducto (PS1)*

La Estación de Bombeo se ubicará dentro del edificio de la Planta Concentradora, en el Km 0,0 del concentraducto a una elevación de 1.064 msnm.

Su objetivo será impulsar mediante bombeo el concentrado de hierro hasta la Estación Terminal (TS1) ubicada en Punta Totoralillo.

Esta Estación de Bombeo estará compuesta por 2 trenes de bombas, y cada tren se constituirá por:

- 2 Bombas centrifugas horizontales en serie (una operativa/una en reserva).
- Válvulas y tuberías asociadas.
- Puente Grúa de 10 T.

- Sistema de control operacional SCADA. (Sistema de Adquisición y Control de Datos).
- Bomba de sumidero, alimentación y control eléctrico, instrumentación y equipos misceláneos.

Antes de cargar las bombas, el concentrado de hierro será sometido a un sistema de retención de partículas (malla dentro de la cañería) para evitar que se obstruyan las bombas con partículas sobre tamaño.

Los trabajos a realizar en la estación de bombeo consistirán en el diseño y montaje de toda la infraestructura y equipamiento asociado.

La construcción de las obras incluye entre otras, las siguientes actividades:

- Movimientos de tierra necesarios para la fundación de los equipos de bombeo, tuberías, equipos accesorios, canalizaciones subterráneas, soportes de tubería, edificio de la estación de bombas, malla de tierra, sala de control y eléctrica
- Obras civiles y estructuras correspondientes a lo indicado en el punto anterior, para todo el edificio para la sala de bombas y sus equipos accesorios
- Montaje de bombas, filtros, puente grúa
- Montaje y conexión de la tubería, válvulas, piezas especiales
- Montaje y conexión del equipamiento eléctrico asociado
- Montaje y conexión de la instrumentación asociada, incluyendo flujómetro y densímetro
- Toda otra actividad, relacionada con el diseño, el montaje y la puesta en funcionamiento de las estaciones de bombeo.

2.3.1.8 Acueducto de Complemento

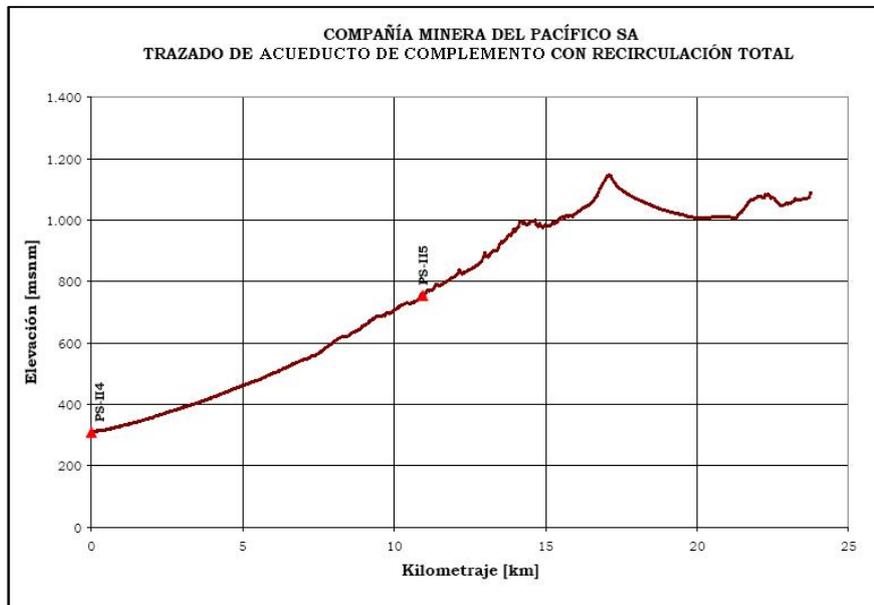
El acueducto de complemento transportará como máximo 150 l/s de agua, proveniente de pozos ubicados en el sector de Toledo en Copiapó y cuyos antecedentes se adjuntan en Anexo 2.3. El transporte se realizará mediante un acueducto de 28 km de longitud, por una tubería de diámetro nominal de 16”.

Las obras anexas al Acueducto de Complemento serán:

- Estación de bombeo (PS-II4) ubicada en el km 0,0 del acueducto de complemento.
- Estación de bombeo (PS-II5) ubicada en el km 10,9 del acueducto de complemento.

Cada estación de bombeo (homólogas entre si), de 0,17 hectáreas cada una, considera tres bombas centrifugas horizontales multietapas, dos en operación y la tercera de reserva, instaladas con variador de frecuencia, tal de poder operar a los caudales nominal y máximo de diseño establecidos por CMP. Cada una de estas estaciones será alimentada por un estanque de almacenamiento de agua de 976 m³ de volumen, estanques TAG 400-TK-311 y TAG 400-TK-321 respectivamente. El suministro eléctrico de estas estaciones de bombeo será abastecido desde la zona de Copiapó y seguirá el mismo trazado del ducto. La siguiente figura muestra el perfil del trazado del Acueducto de Complemento.

Figura 2-9. Perfil del Trazado del Acueducto de Complemento



2.3.1.9 Edificios e Instalaciones Auxiliares

Los edificios e instalaciones auxiliares asociadas a las distintas áreas y actividades en el Sector Cerro Negro Norte serán los siguientes:

1. Oficinas generales.
2. Garita control de acceso.
3. Patio de manejo de residuos sólidos industriales y residuos peligrosos.
4. Patio de equipos y materiales en desuso
5. Área de mantención de equipos mayores
6. Área de servicios
7. Abastecimiento de combustible
8. Polvorín.
9. Caminos de Acceso
10. Sistema Sanitario sector Cerro Negro Norte
11. Luminarias

Los edificios e instalaciones indicados se ubicarán en las cercanías de la Planta Concentradora y Planta de Beneficio, al sur poniente del segundo rajo minero; con excepción de polvorín que se ubicará apartado de las otras instalaciones de acuerdo a la legislación vigente.

2.3.1.9.1 Oficinas Generales

Tendrá una superficie aproximada de 1.250 m² y estará dividido en cuatro áreas:

Área de Operaciones e Ingeniería

Esta área estará dividida a su vez en tres áreas de operaciones planta, operaciones mina y planificación. El lugar tendrá oficinas cerradas, sala de reuniones, cubículos de trabajo y un área destinada para archivos y revisión de dibujos.

Área administrativa

Contará con oficinas cerradas y cubículos de trabajo. Tendrá un área para recepción y sala de espera.

Área de Gerencia

Incluirá oficinas de gerencia, cubículos de trabajo, sala de reuniones, área de recepción y secretaría, baños y cocina.

Área de Servicios

Dispondrá de áreas destinadas al almacenamiento de archivos, comedor, sala de capacitación, entre otros.

Todas estas áreas estarán interconectadas mediante pasillos con puertas divisorias y se accederá a ellas desde el exterior.

2.3.1.9.2 Garita control de acceso

El proyecto contempla instalar una garita de control de acceso a las instalaciones para evitar el ingreso de gente no autorizada. La instalación de la garita de acceso contempla entre otros, la nivelación del terreno, la construcción de instalaciones sanitarias al interior de la garita y la conexión del sistema eléctrico.

2.3.1.9.3 Patio de Manejo de Residuos Sólidos Industriales y Residuos Peligrosos

El patio de manejo de los residuos sólidos industriales y peligrosos tendrá las siguientes características:

- Contará con un cierre perimetral de malla metálica que impida el libre acceso de personas y animales.
- Tendrá acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of. 93
- Contará con medidas de seguridad y equipamiento contra incendios
- En el área destinada al almacenamiento temporal de residuos peligrosos contará con una base continua, impermeable y resistente en lo estructural y al eventual

ataque químico de los residuos y estará techado para proteger a los residuos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.

- Tendrá capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.

2.3.1.9.3.1 Construcción de Patio de Residuos

El proyecto contempla la construcción de las siguientes obras para dar un manejo adecuado a los residuos generados durante la etapa de construcción y de operación del proyecto.

1. Un patio de almacenamiento de residuos de construcción.
2. Un sitio de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.
3. Un patio de salvataje.

Durante la etapa de construcción se consideran la preparación del terreno, la construcción de un cierre perimetral, la construcción de caminos de accesos, la instalación de oficinas y servicios básicos.

2.3.1.9.4 *Patio de Equipos y Materiales en desuso*

Se considera un patio de equipos y materiales en desuso, donde se clasificarán éstos de acuerdo a la posibilidad de reutilizarlos. Aquellos que tengan valor comercial (como chatarra), podrán ser retirados del área del Proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales. Aquellos que sean clasificados como residuos (no reutilizables), serán enviados al lugar correspondiente según su clasificación (reciclaje, relleno sanitario, patio de residuos de construcción y/o lugar de almacenamiento temporal de residuos peligrosos).

2.3.1.9.5 *Área de mantención de equipos mayores*

Las instalaciones requeridas para la mantención de camiones, cargadores frontales y equipo general de mina han sido centralizadas en un área física común.

Las instalaciones específicas que conformarán esta área son las siguientes:

- Taller de camiones

- Bodegas generales
- Taller eléctrico
- Taller mecánico y de máquinas herramientas
- Taller de soldadura
- Estación de lubricación
- Taller de reparación de neumáticos
- Estación de lavado de equipos

Todas estas unidades operativas serán complementadas con servicios tales como baños, comedores y oficinas de supervisores. A continuación se presenta una breve descripción de cada instalación:

2.3.1.9.5.1 Taller de camiones

Este taller dispondrá de sectores demarcados destinados a la mantención de los equipos de la mina. La instalación contará con una grúa puente de 15 ton de capacidad. El suelo de este taller tendrá una leve inclinación hacia un canal colector central, con el fin que los eventuales derrames sean recolectados y canalizados hacia una cámara receptora, desde donde serán periódicamente recuperados mediante bomba de diafragma.

2.3.1.9.5.2 Bodega General

La bodega será un edificio cerrado, que formará parte del edificio de mantenimiento. La construcción contará con estanterías para el almacenamiento de piezas menores. Para las piezas mayores, que podrán ser guardadas a la intemperie, se contará con un patio cercado, que estará dividido en sectores y contará con un sector techado para el almacenamiento de neumáticos. La bodega contará con oficinas para albergar al personal de recepción y despacho. Adicionalmente, contará con un sistema automático de detección y extinción de incendios.

Construcción de Sectores de Almacenamiento de insumos

La construcción de los lugares en que se almacenarán insumos considera la preparación del terreno, y la construcción de las edificaciones que sean necesarias para dar

cumplimiento a la legislación vigente. A continuación se señalan los criterios generales de construcción que CMP implementará en todas sus obras para este proyecto.

2.3.1.9.5.3 Taller eléctrico

El taller eléctrico consistirá en un área de 180 m², dentro del edificio de mantención. Este taller contará con una grúa puente de 10 ton de capacidad, que será compartida entre el taller eléctrico y el de maquinarias y herramientas. Se dispondrá también de oficinas y pañol de herramientas.

2.3.1.9.5.4 Taller mecánico y maquinas herramientas

Este taller se ubicará dentro del edificio de mantenimiento y contará con las siguientes herramientas:

- Taladro radial
- Máquina cepilladora
- Maquina fresadora universal
- Tornos
- Prensa hidráulica

2.3.1.9.5.5 Taller de soldadura

Para el trabajo general de soldadura se ha previsto que un compartimiento de 12x20 m, ubicado a un costado del taller de maquinas y herramientas, sea utilizado eventualmente como taller de soldadura. El lugar contará con instalaciones apropiadas para la operación de equipos de soldadura.

2.3.1.9.5.6 Estación de lubricación

Esta construcción corresponderá a un módulo independiente, ubicado en las cercanías del edificio de mantención. En esta instalación se realizará el recambio de lubricantes, aceites, fluidos hidráulicos y líquidos refrigerantes. Se realizará la atención de camiones mineros, cargadores frontales y equipo misceláneo utilizado en la mina. El lugar contará con dos compartimientos de atención, uno constituido por una losa plana y el otro provisto de un foso de lubricación. En el centro del lugar existirá una isla de servicio constituida por los siguientes componentes:

- Sistema de alimentación de lubricante, consistente en carretes retráctiles dispensadores de lubricantes, contadores de litros y bombas de lubricante neumáticas. Se consideran líneas independientes para grasa, aceites de motor y transmisión, y fluidos hidráulicos.
- Mangueras retráctiles para aire comprimido y líquido refrigerante
- Sistema de drenaje rápido para lubricantes y fluidos usados
- Estanque de almacenamiento para lubricantes y fluidos usados, de 20 m³ de capacidad.
- Instalación de estanques de combustible y de la infraestructura correspondiente a la estación de suministro de combustible para los equipos mineros.

El combustible requerido en las faenas de construcción y operación del sub sector mina será petróleo diesel, el que será suministrado a través del contrato con una empresa especializada y autorizada. El almacenamiento de combustible consistirá en dos estanques subterráneos de petróleo diesel de 75 m³ cada uno, los que se ubicarán en la estación de servicio de la Mina y serán de propiedad de la empresa que se adjudique el suministro de combustible en la faena.

La estación de suministro de combustibles constará de las partes que se detallan a continuación:

1. Línea de recepción desde la descarga de camión
2. Línea de descarga hacia la isla petrolera y otros equipos que requieran combustible.

Todas las tuberías serán de acero, contarán con certificación de origen y cumplirán con las normas ASTM, estando aprobadas en Chile por la SEC de acuerdo a las especificaciones del DS 29/86 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. La salida de los tanques, así como su unión a la línea de succión y en general en las líneas de retorno, descarga de bombas e interconexión con la planta (mesa de llenado de cilindros) contará con válvulas de corte y de seguridad.

El sistema de tuberías y válvulas será probado mediante una prueba hidrostática para verificar posibles fugas y sectores débiles en uniones de cañerías y válvulas. Toda la red de tuberías y sus accesorios cumplirán con las exigencias indicadas en el D.S. 29/86 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en lo relativo a materiales, diseño, instalaciones, pruebas y distancias de seguridad establecidos.

Las válvulas serán chequeadas en forma diaria, como parte de la operación normal, tanto en la descarga como en el suministro de producto. Se realizará mantenimiento preventivo a lo menos una vez al año. La isla petrolera se ubicará en una losa de

hormigón. Todo el sector de la isla petrolera estará rodeado por canaletas que permitan la recuperación del combustible en caso de derrame. Todo el sistema de canaletas estará conectado a cámaras de recepción.

2.3.1.9.5.7 Taller de reparación de Neumáticos

Este módulo de mantención estará dedicado a prestar servicio a camiones y cargadores frontales de la mina. Consistirá en una losa de 10x20 aproximadamente, con un espacio libre en los lados, de modo de permitir las maniobras del manipulador de neumáticos. En un extremo de la losa se dispondrá una oficina techada tipo container. Los neumáticos serán almacenados en un cobertizo de 5x25 m contiguo al módulo de servicio.

2.3.1.9.5.8 Estación de lavado de equipos

La estación de lavado de equipamiento minero consistirá en una losa de 15x20m diseñada con una pendiente de 2% de modo de permitir que el agua sea colectada en un canal central. El agua colectada será descargada en un pozo decantador de modo de permitir la separación de lodos y la recuperación de los aceites eventualmente contenidos. En esta zona se dejará espacio reservado para una futura segunda losa de lavado. La estación incluirá una máquina hidrolavadora de alta presión y línea de aire comprimido. Todo esto está contenido en una estructura liviana de 6x4 m.

2.3.1.9.6 Área de Servicios

Esta área estará constituida por dos edificaciones:

- a) Laboratorio de análisis físico-químico
- b) Edificio para preparación de muestras o muestrera.

2.3.1.9.6.1 Laboratorio

Consistirá en una edificación de aproximadamente 190 m² ubicada cercana a la planta de beneficio. El laboratorio estará compuesto de las siguientes salas: sala de ataque químico, sala de absorción atómica, sala de colorimetría y análisis de sulfuros, sala de

balanzas y sala de tubo Davis y destilación. Adyacentes a estas salas se ubicarán las oficinas, bodega de reactivos, biblioteca, baños, guardarropas y closet de servicio. El diseño del laboratorio considera cámaras de neutralización de RILES.

2.3.1.9.6.2 Muestrera

Consistirá en una edificación de aproximadamente 144 m² ubicada a un costado del edificio del laboratorio, la cual constará de una gran sala de preparación de muestras y locales adyacentes destinados al almacenamiento de muestras, salas de cálculos, sala de secado de muestras, bodega, baños con duchas y sala de lavado de artefactos.

2.3.1.9.7 Abastecimiento de Combustible

2.3.1.9.7.1 Estanques de combustibles y lubricantes sub sector Planta

Los combustibles requeridos en las faenas de construcción y operación del Sector Cerro Negro Norte serán petróleo diesel y gasolina, los cuales serán suministrados a través del contrato con una empresa especializada y autorizada. Las características de los almacenamientos de combustible y lubricantes en la faena consistirán en dos estanques subterráneos de gasolina y petróleo diesel de 20 m³ cada uno, los que se ubicarán en la estación de servicio de la Planta y serán de propiedad de la empresa que se adjudique el suministro de combustible en la faena. En la zona contigua a la estación de lubricación se ha considerado la existencia de estanques de aceite a granel y de un estanque colector de aceites usados de 20 m³, para la operación propia de la instalación. La construcción y habilitación de estas obras incluye las siguientes actividades:

- Preparación del terreno.
- Construcción de radier con pretil contenedor de derrames con capacidad para contener la capacidad del estanque de mayor tamaño o el 20% de todos los estanques existentes, cualesquiera sea mayor.
- Instalación de estanques de combustible y de la infraestructura correspondiente a la estación de suministro de combustible.

La estación de suministro de combustibles constará de las partes que se detallan a continuación:

2.3.1.9.7.2 Tubería de carga/descarga de combustible

Este sistema de carga y descarga de combustible estará compuesto por las siguientes partes:

1. Línea de recepción desde la descarga de camión
2. Línea de descarga hacia la isla petrolera y otros equipos que requieran combustible.

Todas las tuberías serán de acero ASTM A-53 grado A Schedule 40. Ellas contarán con certificación de origen y cumplirán con las normas ASTM, estando aprobadas en Chile por la SEC. Todas las tuberías serán de acero fabricado de acuerdo a las especificaciones del DS 29/86 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en los grados especificados para los requerimientos de grosor de pared. La salida de los tanques, así como su unión a la línea de succión y en general en las líneas de retorno, descarga de bombas e interconexión con la planta (mesa de llenado de cilindros) contará con válvulas de corte y de seguridad.

El sistema de tuberías y válvulas será probado mediante una prueba hidrostática para verificar posibles fugas y sectores débiles en uniones de cañerías y válvulas. Toda la red de tuberías y sus accesorios cumplirán con las exigencias indicadas en el D.S. 29/86 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en lo relativo a materiales, diseño, instalaciones, pruebas y distancias de seguridad establecidos.

Las válvulas serán chequeadas en forma diaria, como parte de la operación normal, tanto en la descarga como en el suministro de producto. Se realizará mantención preventiva a lo menos una vez al año.

2.3.1.9.7.3 Isla Petrolera

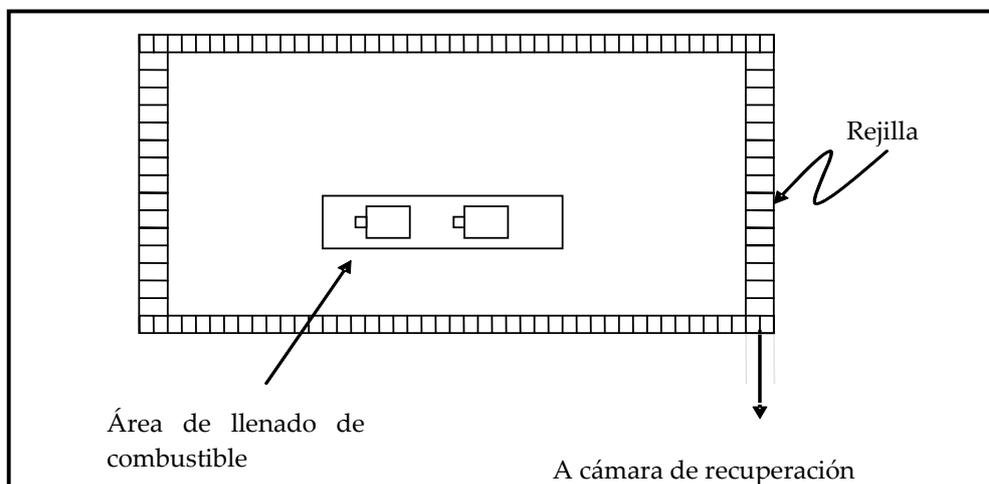
La isla petrolera se ubicará en una losa de hormigón. Todo el sector de la isla petrolera estará rodeado por canaletas que permitan la recuperación del combustible en caso de derrame. Todo el sistema de canaletas estará conectado a una cámara de recepción.

En la Figura 2-10 se muestra un esquema tipo de la planta de la isla petrolera.

Se considera la construcción de dos losas a ambos lados de la isla petrolera.

Los estanques de combustible contarán con ánodos de protección catódica, conforme a lo señalado en el Decreto N°90 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (DS 90).

Figura 2-10: Esquema tipo Isla petrolera para abastecimiento de combustible en el Sector Planta Cerro Negro Norte



2.3.1.9.7.4 Pruebas de Hermeticidad de Estanques y Líneas

Considera las siguientes acciones:

- Inspección 100% de instalaciones
- Pruebas hidráulicas de cañerías con sistemas de bombas y compresores
- Prueba hidrostática para sistema de cañería con bomba y compresor

2.3.1.9.7.5 Suministro Móvil

El abastecimiento de la instalación se realizará y de acuerdo a requerimientos de la faena. En aquellos casos en que sea necesario el almacenamiento de combustibles en tambores, se usarán envases cuya capacidad no supere los 220 litros. El establecimiento de estanques contará de pretilas un sistema de seguridad similar al de la estación de suministro de combustibles explicados en el punto anterior.

2.3.1.9.7.6 Protección contra incendio

La estación de suministro de combustible considerará un sistema de seguridad y control de incendios compuesto por una red contra incendios presurizada y de un sistema de cañerías de matriz soldada, aérea y subterránea, y cañería para acometida hacia los grifos.

La red será alimentada con motobombas para agua desde el estanque de acumulación de agua de Cerro Negro Norte.

Las características de los equipos y elementos o similares que integrarán el sistema contra incendio se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2-7: Características de los sistemas de Prevención de incendios

Equipos	Características	
2 Motobombas (1 en stand-by)	Caudal:	750 gpm
	Presión:	150 psi
	Velocidad:	2950 RPM
	Motor:	eléctrico, 100HP, 2950 RPM
Motobomba Reguladora de presión	Caudal:	30 gpm
	Presión:	167 psi
	Velocidad:	2950 RPM
Grifos	Con válvula de bola de 3" de diámetro, unión rápida storz, con caja porta pitón y manguera (Presión de trabajo: 100 psi)	
Mangueras	Presión de ruptura:	711 psi
Pitones	Dimensiones.:	3" diámetro

Las motobombas se conectarán a la red eléctrica de la faena y alternativamente, como respaldo, a un grupo electrógeno de emergencia.

Adicionalmente, se dispondrán extintores certificados tipo Polvo Químico Seco ABC FURAY multipropósito de una capacidad de 20 libras, ubicados en zonas estratégicas del sector Cerro Negro Norte.

El personal de operación será entrenado en el uso de los equipos de extinción de fuego y en el conocimiento de la ubicación y uso de todas las válvulas.

2.3.1.9.8 *Polvorín*

El polvorín de la mina será operado y administrado por una empresa contratista y estará ubicado lejos de los talleres, en un lugar protegido. Las instalaciones serán construidas de acuerdo a las normas de seguridad establecidas por la autoridad fiscalizadora.

El Polvorín tendrá una capacidad de 5 ton de explosivos (detonantes, retardadores, cordel, etc.) y 1500 ton de materias primas tales como el nitrato de amonio. La empresa contratista dispondrá de un camión fábrica para procesar la materia prima en el sitio de carguío y tronadura.

La construcción del polvorín considerará las siguientes actividades generales:

1. Preparación del terreno.
2. Construcción de cierre perimetral.

No obstante, el contratista encargado de las tronaduras, será el encargado de obtener directamente el permiso de uso de explosivos, para lo cual dará estricto cumplimiento a las disposiciones del Decreto N° 72, Reglamento de Seguridad Minera y al Decreto N° 77, Control de Explosivos. Así también, el contratista deberá contar con la Licencia de Manipulador de Explosivos otorgada por el Ministerio de Defensa Nacional. De esta forma, los explosivos serán adquiridos en lugares regulados por la autoridad fiscalizadora y éstos serán almacenados en instalaciones adecuadas, las cuales serán implementadas por parte del contratista.

2.3.1.10 Construcción de Caminos de Tierra internos

Para el flujo de camiones y otros vehículos se construirán distintos caminos de interconexión en el Sector Cerro Negro Norte. Para la construcción de estos caminos, se considera el despeje y nivelación del terreno, de modo que pueda mantenerse un tráfico de camiones normal. Además, se estabilizarán para minimizar la emisión de material particulado por el tránsito vehicular.

2.3.1.11 Construcción de Sistema Sanitario en Sector Cerro Negro Norte

2.3.1.11.1 Construcción de Sistema de Agua Potable

En el Sector Cerro Negro Norte se construirán las obras requeridas para el suministro y distribución de agua potable (estanque de almacenamiento de agua de 250 m³, planta de potabilización con capacidad para producir 1 l/seg, sistema de distribución, arranques). Para construir estas obras se considera:

1. Diseño de redes de distribución.
2. Preparación del terreno para instalación de tuberías (excavación de zanjas, cama de apoyo de arena, etc.).
3. Instalación de planta potabilizadora.
4. Instalación de estanques de distribución.
5. Instalaciones de equipo en estaciones de bombeo.
6. Conexión de las obras al circuito eléctrico, etc.

2.3.1.11.2 Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

En el Sector Cerro Negro Norte se construirán las obras requeridas para la recolección y tratamiento de aguas servidas (sistema de recolección, planta de tratamiento de aguas servidas, sistema de disposición final). Para construir estas obras se considera:

1. Diseño de redes de recolección y disposición.
2. Preparación del terreno para instalación de tuberías (excavación de zanjas, cama de apoyo de arena, etc.)
3. Instalación de bombas de recolección, y conexión de las obras al circuito eléctrico.
4. Instalación de planta de tratamiento de aguas servidas modular.

Considerando que la dotación de personal del proyecto en el Sector de Cerro Negro, alcanza las 810 personas, las cuales se distribuirán en 4 turnos, se considera una planta de tratamiento de aguas servidas de una capacidad de diseño de 1 l/seg.

2.3.1.12 Instalación de Luminarias

El sistema de luminarias estará conformado, en general, por lámparas de sodio de alta presión, halógeno y lámparas fluorescentes, de tipo industrial, que cumplan con la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica Decreto Supremo N°686, publicado en año 1998.

En aplicaciones especiales se aceptará el uso de lámparas incandescentes, tales como apoyo de instrumentos de terreno, paños y baños.

Los sistemas de alumbrado podrán ser de 380/220 V y las lámparas de 220 V, una fase.

Los niveles de alumbrado de diseño que se deben considerar, dependiendo de las áreas de trabajo, son los siguientes:

Tabla 2-8: Niveles de luminosidad según Área de Trabajo

Área	Intensidad (lux)
Proceso (exterior)	550
Proceso (interior)	600-880
Salas eléctricas	300
Salas de control	1100-1650
Bodegas	880
Talleres	550
Oficinas	800
Correas (exterior)	550
Caminos	150-220
Áreas de estacionamiento	150-220

2.3.1.13 Modificación de Caminos Públicos por Mina

El proyecto considera la modificación de dos caminos públicos en el sector de Cerro Negro. El primero de ellos, el C-327 en un tramo de aproximadamente 10 km (ver Plano), y el segundo de ellos el C-471 (ver Plano) en un tramo de aproximadamente 7 km. Para lo anterior se realizarán todos los procedimientos que establece el DFL 850 al respecto. El Proyecto considera la implementar nuevos trazados alternativos, de manera de mantener la conectividad vial de la zona.

Los estándares de los nuevos caminos, serán presentados a la Dirección de Vialidad para su aprobación siguiéndose los procedimientos legales correspondientes.

2.3.1.14 Criterios Generales de Construcción

2.3.1.14.1 Hormigones

El diseño de las estructuras, fundaciones y radieres se realizará con hormigón de calidad H30 (NCh 170), con un nivel de confianza del 90% y una resistencia de diseño a la compresión (cúbica) de 30 MPa a los 28 días.

Bajo las fundaciones deberá contemplarse la colocación de una capa de hormigón pobre de calidad H10. El objetivo fundamental del emplantillado será proteger las armaduras inferiores de las fundaciones y rellenar las sobreexcavaciones producidas para alcanzar el sello de fundación.

No obstante, el diseño de hormigones sin requerimientos de armadura, como cimientos corridos y apoyos de cierros, podrá contemplar hormigón de calidad H20 (NCh 170), con un nivel de confianza del 90% y una resistencia de diseño a la compresión (cúbica) de 20 MPa a los 28 días.

2.3.1.14.1.1 Armaduras

Todas las estructuras de hormigón llevarán barras de refuerzo de acero de calidad A63-42H (NCh 204), con resaltes. Opcionalmente pueden utilizarse mallas electrosoldadas con una resistencia mínima a la fluencia de 450 MPa (ASTM A185, NCh 218 y NCh 219). No se permitirán empalmes de barras soldadas.

2.3.1.14.1.2 Acero Estructural

a) Planchas, perfiles y barras

Deberán ser de acero calidad A42-27ES (NCh 203). Para aceros de origen importado la calidad deberá ser ASTM A36 ó ASTM A572 Grado 50. Para estructuras livianas se podrá especificar acero calidad A37-24ES. Salvo indicación contraria, el acero estructural tendrá los espesores mínimos especificados en la Tabla 3. En los cálculos de estructuras de acero se considerará un sobre-espesor por corrosión de 1 mm.

Las estructuras de hormigón armado deberán diseñarse utilizando el método de resistencia última. Las estructuras de acero deberán diseñarse por el método de las tensiones de trabajo (Allowable Stress Design ASD). Alternativamente puede utilizarse el diseño por el método de los "Factores de Carga y Resistencia" (Load & Resistance

Factor Design LRFD). La presión de soporte contra el suelo se verificará respecto de las cargas efectivas.

Todas las estructuras deberán presentar un factor de seguridad mínimo por estabilidad como se indica en la Tabla siguiente.

Tabla 2-9. Factores de Seguridad para Estabilidad

Acción	Factor de Seguridad
Deslizamiento	1,5
Deslizamiento (con cargas sísmicas)	1,3
Deslizamiento (machones de anclaje)	1,25
Volcamiento	2
Volcamiento (con cargas sísmicas)	1,5
Flotación	1,25
Arranque por acción del viento	1,5

2.3.1.14.1.3 Cargas

A continuación se definen las cargas mínimas de diseño para ser usadas en el diseño de edificios, estructuras y fundaciones.

a) Cargas muertas

Corresponde al peso propio de la estructura, incluyendo todos los equipos y cañerías permanentemente vinculados a ella y considerados parte de la estructura.

Además se deberá considerar:

- a) Equipos, incluyendo su revestimiento interior.
- b) Aislación instalada en cañerías y equipos.
- c) Tuberías, como cargas concentradas en sus ubicaciones reales (puntos de apoyo).

b) Cargas vivas o sobrecargas

Estas incluirán las cargas debidas al tráfico y permanencia de personas, operación de vehículos y las presiones debidas a gases, líquidos o suelos que son o pueden ser variables en el período de operación normal.

Si el peso de los equipos fijos esta incluido en las cargas muertas y no se puede acceder a esos espacios, la carga viva de piso deberá ser omitida en las áreas correspondientes.

Las sobrecargas mínimas para el diseño son las mostradas en la siguiente Tabla. Se debe considerar el 100% de las cargas de proceso, o si existen pruebas hidrostáticas, el líquido de la prueba en los equipos y tuberías, lo que sea más desfavorable.

Tabla 2-10. Sobrecargas mínimas de diseño

Elemento	Sobrecarga Mínima
Techos	100 kg/m ² (con coeficientes de reducción según NCh 1537)
Plataformas de mantenimiento	500 kg/m ² ; o una carga concentrada de 1.000 kg en un área de 0,75 x 0,75 m, cualquiera de ambas que sea más desfavorable
Pisos Industriales	800 kg/m ²
Plataformas de Servicio y pasarelas, sólo para tránsito de personas	250 kg/m ²
Escaleras	500 kg/m ² ; o una carga concentrada de 250 kg colocada en el centro del peldaño, cualquiera de ambas que sea más desfavorable
Salas eléctricas y de control	1.000 kg/m ²
Salas de almacenamiento	1.000 kg/m ² ; o una carga de rueda de grúa horquilla de 5.000 kg, cualquiera de ambas que sea más desfavorable

b.1) Viento

El cálculo de las cargas debidas a la acción del viento deberá considerarse según lo especificado en la norma NCh 432 "Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones".

Se deberán verificar todas las edificaciones y estructuras, incluyendo los sistemas que resistan las cargas de viento y sus revestimientos.

b.2) Sismo

Los esfuerzos sísmicos de las estructuras industriales, equipos y sus estructuras de soporte serán determinados de acuerdo con la norma NCh 2369 "Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales".

Los esfuerzos sísmicos de las edificaciones residenciales, oficinas y similares, deberán ser determinados de acuerdo con la norma NCh 433 "Diseño sísmico de edificios".

El diseño sísmico considerará el comportamiento seguro de las edificaciones, estructuras, recipientes y equipos durante el sismo. Además considerará la atenuación de las interrupciones en la operación de las edificaciones, estructuras, recipientes y equipos después del sismo. Esta condición significa que deberán existir solamente niveles parciales de ductilidad.

c) Combinaciones de Carga.

Para las estructuras de hormigón armado se usarán las combinaciones de carga establecidas en la norma ACI 318 (Building code requirements for structural concrete and commentary) y la norma NCh 2369 (Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales).

Para las estructuras de acero se usarán las combinaciones de carga establecidas en el manual de diseño ICHA y la norma NCh 2369 (Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales). Para situaciones no especificadas en los documentos referenciados se utilizarán las recomendaciones de la norma AISC y AISE.

Cada combinación de carga no deberá exceder los niveles de tensiones admisibles y/o tensiones últimas especificados en las normas de diseño respectivas para dicha sollicitación.

2.3.1.14.1.4 Fundaciones

Las fundaciones serán de hormigón armado y se diseñarán aplicando los criterios indicados en los puntos anteriores, en complemento con las recomendaciones del consultor de Mecánica de Suelos.

Para las fundaciones de máquinas y equipos se seguirán, además, las recomendaciones de los fabricantes. Todas las fundaciones aplicarán al suelo una presión igual o menor a la admisible, la cual se asumirá como 2 kg/m² para los cálculos preliminares.

Se proporcionará un factor de seguridad mínimo para todas las fundaciones, detallado en la Tabla 2-9, salvo que las normas específicas indiquen otro valor.

En todas las fundaciones se proveerá acero de refuerzo mínimo por temperatura y retracción, a menos que, se requiera de refuerzo adicional debido a la operación de cada equipo y/o a las cargas de servicio y eventuales que afecten a cada fundación.

Para el diseño de fundaciones de equipos vibratorios, el peso de la fundación será como mínimo un múltiplo del peso del equipo, según se detalla en la siguiente Tabla.

Tabla 2-11. Peso mínimo de operación según el tipo de equipo

Equipo	Peso Mínimo
Operación Centrífuga	3 veces
Operación Recíproca	5 veces

2.3.1.14.1.5 Estructuras Metálicas

Todas las estructuras metálicas y sus componentes se diseñarán usando los materiales y criterios especificados en los puntos anteriores.

Especial atención se dará a la verificación de las deformaciones máximas, para evitar situaciones que puedan perjudicar la estructura, otras partes de la construcción, estructuras vecinas, o que generen sensaciones de inseguridad y de poco confort. En casos de no poder reducir los niveles de deformación excesiva se deberán considerar dispositivos especiales o especificar las contraflechas necesarias.

2.3.1.14.1.6 Seguridad

El diseño se ajustará a lo dispuesto en todos los reglamentos y códigos de seguridad chilenos y de CMP. En particular, se destaca el Decreto Supremo N°594 “Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo”.

Se deberán aplicar además los siguientes criterios específicos de seguridad:

- a) Todos los lugares donde se desarrollen trabajos deberán tener medios de acceso y salida seguros.
- b) Los pisos deberán tener pendiente y se deberán proveer drenajes o pozos donde exista la posibilidad de derrames.
- c) Los pisos de plataformas y pasarelas tendrán superficies antideslizantes.
- d) En todos los desniveles que presenten riesgos de caídas o deslizamiento de objetos se diseñarán barandas con guardapiés.

2.3.1.15 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Construcción en Sector Cerro Negro Norte

Durante la etapa de construcción del Sector Cerro Negro Norte, el proyecto generará los siguientes residuos, efluentes y/o emisiones:

- Emisiones a la atmósfera: Producto del transporte y movimiento de material.
- Ruido y vibraciones: Debido a las explosiones y a la utilización de maquinaria pesada.
- Luminosidad El proyecto generará emisión lumínica durante la noche.
- Residuos líquidos: aguas servidas del personal.
- Residuos sólidos:
 - a) Residuos mineros y de construcción.
 - b) Residuos sólidos asimilables a domésticos: papeles, restos de alimentos, etc.
 - c) Residuos sólidos industriales no peligrosos: piezas de repuesto y mantenimiento, residuos de construcción, etc.
 - d) Residuos sólidos industriales peligrosos: aceites, restos de pintura, envases de productos químicos, baterías, etc.,

A continuación se presenta la identificación y caracterización de cada uno de estos residuos, efluentes y/o emisiones.

2.3.1.15.1 Emisiones Atmosféricas Sector Cerro Negro Norte

Durante la etapa de construcción, las emisiones atmosféricas corresponderán principalmente a:

1. Emisión de material particulado producto de las tronaduras, movimiento y transporte de material, emisiones dispersas asociadas al movimiento de maquinaria y vehículos livianos.
2. Emisión de ruido.
3. Emisión de vibraciones.
4. Emisión de contaminación lumínica

2.3.1.15.1.1 Emisión de Material Particulado

En la etapa de construcción, las emisiones de material particulado se producirán básicamente por las operaciones de remoción de sobrecarga (32 MMt) de los rajos.

En el capítulo de predicción y evaluación de *Impactos Ambientales* se evalúan los impactos ambientales que producirán las emisiones, efluentes y residuos descritos en esta sección.

2.3.1.15.1.2 Ruido

El ruido generado por la etapa de construcción del proyecto provendrá, principalmente, de las maquinarias y equipos, tronaduras, y del tránsito de los camiones mineros, así como vehículos que transiten dentro del sector Cerro Negro Norte. Se generará ruido también debido a las actividades típicas de construcción: movimientos de tierra, hormigonado, soldaduras, transporte de insumos, entre otras.

Los niveles típicos de emisión de ruido asociados a cada una de las fuentes de emisión, son los siguientes:

Tabla 2-12: Fuentes de emisión de ruido en Sector Cerro Negro Norte durante la construcción del proyecto

Fuentes de Ruido	Emisión dB (A) máx.
Movimientos de tierra	110
Movimiento de materiales	110
Equipos estacionarios	109
Maquinaria de impacto/tronaduras	143
Manipulación de materiales	125

En la siguiente tabla se presentan, los Niveles de emisión de Potencia Acústica típicos para determinados tipos de máquinas, medidos a 10 m de distancia según el método

dinámico establecido por la ISO 6395 y los límites máximos de emisión de Potencia Acústica permitidos desde la maquinaria de construcción².

Tabla 2-13: Niveles de emisión de ruido de maquinaria de construcción en sector Cerro Negro Norte

Tipo de máquina	Nivel de emisión L_{AFT} dB(A)	Potencia Acústica LW dB(A)
Mezcladoras de hormigón	61-82	89-110
Camiones mezcladores	75-80	103-108
Cargador	82-88	110-116
Compresores	70-81	98-109
Bombas de hormigón	81	109
Bulldozer	82-89	110-117
Excavadora	78-84	106-112
Grúa	75	103
Martillo de aire comprimido	79-87	107-115

Estas actividades producirán en el área de la mina, un aumento temporal y poco significativo en los niveles de ruido del área, estimándose que la emisión del conjunto alcanzará entre 90 y 100 dBA circunscritos al radio de 10 m.

Cabe destacar que en los alrededores del área de Cerro Negro Norte, no hay población que pueda verse afectada por la emisión temporal de ruido debido a la construcción del proyecto.

² Comunidad Europea.

2.3.1.15.1.3 Vibraciones

La remoción del material de sobrecarga desde los rajos generará vibración del terreno durante la realización de las tronaduras.

Debido a que esta operación se realizará principalmente en una unidad de gravas, las vibraciones se atenuarán a corta distancia del punto de detonación. A modo referencial se puede señalar que en este tipo de medio la vibración por tronaduras no es perceptible a distancias mayores que 2.000 m.

2.3.1.15.1.4 Luminosidad

El proyecto generará emisión lumínica durante la noche, no obstante, se utilizarán luminarias que permitan cumplir lo establecido en DS 686/98 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que establece la *Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica* en II, III y IV región.

2.3.1.15.2 Residuos Líquidos

2.3.1.15.2.1 Aguas Servidas

Durante la etapa de construcción del Proyecto se generarán efluentes líquidos del tipo aguas servidas.

Los servicios higiénicos serán del tipo baños químicos y estarán dispuestos en los distintos frentes de trabajo, dando cumplimiento a lo indicado en el D.S. 594/99 MINSAL. Estos servicios higiénicos estarán instalados a menos de 75 m de distancia del área de trabajo y considerando que el número de trabajadores que participarán de la etapa de construcción será de 1.200 personas, se estima que la generación de residuos líquidos bordeará los 30 m³/día.

Para el retiro, transporte y disposición de los desechos de los baños químicos, se contratarán empresas reconocidas oficialmente por la Autoridad Sanitaria de la Región de Atacama.

2.3.1.15.3 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que serán generados durante la etapa de construcción del Sector Cerro Negro Norte corresponderán a:

Tabla 2-14. Residuos Sólidos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Construcción

Etapa	Residuos generados	Cantidad (ton/año)
Construcción	Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios: Restos de embalaje, papeles, maderas, cartones, residuos orgánicos, etc.	600
	Residuos mineros: Estériles provenientes de la remoción de sobrecarga del rajo minero-	32.000.000
	Residuos industriales no peligrosos: Excedentes metálicos o chatarra, gomas, etc.	150
	Residuos Peligrosos: Lubricantes, aceites y grasas, recipientes con pintura y lubricantes, aceites, huaipes y otros.	187*

*Para el detalle de los residuos peligrosos generados, ver tabla en el punto de Residuos Industriales Peligrosos.

Como parte de las estrategias de manejo de residuos que serán implementadas durante etapa de construcción, se priorizará en lo posible la reutilización de aquellos materiales que tengan algún valor comercial o puedan ser aprovechados por contratistas o subcontratistas (maderas, cartones, despuntes o excedentes metálicos, chatarra, etc.). Al respecto el contratista dispondrá de varias alternativas para el destino final de los residuos, debiendo seleccionarlas de acuerdo a la factibilidad existente en la zona: reciclaje, reutilización y/o disposición final, según corresponda. Se dispondrá de un patio de almacenamiento transitorio autorizado por la Autoridad Sanitaria, para el acopio temporal de todos los tipos de residuos que serán generados.

En los contratos de provisión al proyecto de bienes, partes o piezas, se privilegiará la devolución de los envases al proveedor.

2.3.1.15.3.1 Residuos Mineros y de Construcción

Los residuos sólidos provenientes de la habilitación de áreas y construcción de instalaciones en el sector de Cerro Negro Norte corresponderán a material de sobrecarga extraído desde los rajos, pallets, gomas, estructuras metálicas y hierro, ductos desechados, envolturas, excedentes de hormigón, etc.

Los residuos que presenten algún valor comercial, como la chatarra, podrán ser retirados del área del proyecto para su comercialización o entregados a empresas de reciclaje de materiales.

Los residuos no reutilizables o sin valor comercial serán destinados al patio de almacenamiento de residuos que se instalará en el área de edificios e instalaciones auxiliares, sector sur oriente del área del proyecto, frente al Rajo N° 2, según puede observarse en plano “Ingeniería Conceptual Planta de Proceso Cerro Negro Norte”.

Durante el tiempo en que el patio de acopio temporal no se encuentre operativo, los residuos serán retirados del área de la actividad y dispuestos en un área autorizada para tal fin.

El manejo de residuos se realizará conforme lo consignan los procedimientos internos de CMP, para el manejo de residuos.

2.3.1.15.3.2 Residuos Industriales Sólidos No Peligrosos

Los residuos industriales no peligrosos, como por ejemplo: chatarras, gomas, partes y piezas, serán acopiados en faena en forma ordenada, en un sector delimitado e identificado para dicho fin.

Cuando sea posible se preferirá su venta a terceros o reciclaje. En caso que ello no sea posible, entonces serán llevados a disposición final utilizando los servicios de una empresa especialista en gestión de residuos industriales, autorizada por la autoridad competente.

Aquellos residuos que puedan ser reutilizados, serán trasladados en camiones tolva debidamente encarpados hasta el lugar de recepción de ellos (para su posterior reutilización. La frecuencia de traslado de los residuos quedará condicionada por una parte a la generación de los mismos, dando especial énfasis a limitar el volumen de residuos acopiado, de manera que su presencia no represente un inconveniente para las faenas de construcción. Pero al mismo tiempo no permanezcan al interior de la faena por un período de tiempo prolongado.

2.3.1.15.3.3 Residuos Domésticos

Los residuos domiciliarios y asimilables generados durante al etapa de construcción del proyecto, serán depositados en contenedores estancos, provistos de tapa, los cuales serán ubicados en sectores delimitados para tal efecto, y posteriormente serán transportados a un área de acopio temporal, hasta ser retirados por un servicio recolector contratado para ser llevados a depósito final en relleno sanitario más cercano, autorizado por la Autoridad Sanitaria de la Región de Atacama. La frecuencia mínima de retiro de los residuos será de dos veces por semana.

Se realizará la segregación de los residuos orgánicos provenientes del área de comedores, del resto de los residuos asimilables a domésticos, como papeles, maderas, cartones, etc. Se estima que la generación de estos residuos, será de aproximadamente 440 Kg/día, lo que equivale a 161 ton/año.

El volumen de residuos domésticos, generados por el funcionamiento del comedor de los trabajadores será de hasta 1.200 kg/día, considerando una tasa de generación de 1 kg/persona/día y un contingente máximo de 1.200 trabajadores. Este volumen corresponde a 438 ton/año.

Estos residuos provendrán principalmente de oficinas, comedores y servicios sanitarios del Sector Cerro Negro Norte. Consistirán básicamente en papeles, restos de alimentos, envases y elementos similares.

2.3.1.15.3.4 Residuos Industriales Sólidos Peligrosos

Los residuos industriales peligrosos que sean generados durante la etapa de construcción del proyecto, tales como lubricantes, restos de pintura, solventes, etc., serán acopiados temporalmente al interior de la faena, en contenedores adecuados a la naturaleza del residuo a almacenar segregando las sustancias incompatibles. El almacenamiento temporal de estos residuos dará cumplimiento a la legislación correspondiente (DS 148/03 MINSAL), tanto en materia de rotulación, como en lo que respecta al manejo seguro en general.

El lugar de acopio temporal de residuos peligrosos tendrá las siguientes características:

- Contará con una base continua, impermeable y resistente en lo estructural y al eventual ataque químico de los residuos.
- Contará con un cierre perimetral de malla metálica que impida el libre acceso de personas y animales.

- Estará techado y protegido de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Minimizará la volatilización, e impedirá el arrastre o la percolación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tendrá capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al 110% del volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of. 93
- Tendrá acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.

Se evaluará la alternativa de reutilización de residuos de aceites y lubricantes por parte de los proveedores de estos materiales o bien se remitirá preferentemente a empresas locales que cuenten con las autorizaciones vigentes para su reutilización o destino final, en caso de no existir capacidad local, se recurrirá a empresas de otras regiones para tal propósito. Este material podrá ser vendido o cedido, previa aceptación y cumplimiento de las exigencias mínimas para su almacenamiento y transporte.

En caso que estos materiales no puedan ser reutilizados, se exigirá a los contratistas que realicen una separación de los residuos de aceites y lubricantes en su origen y los almacenen en contenedores cerrados debidamente etiquetados. A su vez estos deberán ser dispuestos al interior de recintos que garanticen su seguridad y dispongan de equipamiento contra incendios. Posteriormente, dichos contenedores serán trasladados al sitio de recepción para su reutilización y/o reciclaje o disposición final, según sea el caso. El lugar seleccionado para su reutilización, reciclaje o disposición final, contará con la infraestructura adecuada para el manejo y procesamiento de dichos residuos peligrosos y con la autorización correspondiente de la Autoridad Sanitaria respectiva, para su funcionamiento.

En ambos casos, ya sea que estos residuos sean reutilizados o tratados, o bien dispuestos en sitios autorizados, CMP exigirá al contratista la entrega de los certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos, emitidos por la entidad proveedora, la empresa que los recibe o el sitio de disposición final según sea el caso.

Los residuos definidos como peligrosos (restos de pintura y otros), serán dispuestos en un área de la faena previamente establecida y demarcada, que contará con las medidas de seguridad apropiadas al tipo de residuo, y retirados para su disposición final por una empresa especializada, lo cual será exigido por CMP a las respectivas empresas

contratistas, quienes deberán proveer dentro de la documentación de obras, los respectivos certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos.

En la tabla siguiente se presenta el detalle de los residuos peligrosos que se generarán en el sector de Cerro Negro Norte durante la etapa de construcción.

Tabla 2-15. Residuos Peligrosos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Construcción

Tipos de Residuos	Cantidad estimada		Origen - Proceso	Almacenamiento Temporal
GRASAS USADAS (Borras oleosas)	5,5	Ton / Año	Mantenimiento de equipos	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN (Almacenamiento Grasas Usadas)
ACEITE USADO	164,3	Ton / Año	Mantenimiento de equipos	Estanque de Aceites usados Taller Mecánico Mina
BATERIAS 24 V	2,0	Ton / Año	Mantenimiento de equipos	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN (Baterías Dadas de Baja)
RESIDUOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS	13,7	Ton/Año	Mantenimiento de equipos	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN (Almacenamiento Grasas Usadas)
TUBOS FLUORESCENTES / AMPOLLETAS MERCURIO	0,1	Ton / Año	Mantenimiento eléctrico instalaciones	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN
RESIDUOS CONTAMINADOS CON SOLVENTES, DILUYENTES, PINTURAS, ANTICORROSIVOS Y RESINAS	1,0	Ton/año	Mantenimiento Mecánico	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN
Total	186,5	Ton/año	Etapa Construcción	

2.3.2 Sector Acueducto/Concentraducto

2.3.2.1 Acueducto

2.3.2.1.1 *Descripción General de las Obras e Instalaciones del Acueducto*

El Acueducto transportará en promedio 90 l/s (~2,8 millones de m³/año) de agua, proveniente de la recuperación de los procesos de filtrado de los concentrados de los ducto Fase I y Fase II. El transporte se realizará mediante un acueducto de 80 km de longitud, por una tubería de diámetro nominal de 16" con espesores de pared de cañería variables a lo largo del trazado.

Las obras anexas al Acueducto serán:

- Estación de bombeo (PS-II1)
- Estación de bombeo (PS-II2)
- Estación de bombeo (PS-II3)

Cada estación de bombeo (homólogas entre si), considera tres bombas centrifugas horizontales multietapas, dos en operación y la tercera de reserva, instaladas con variador de frecuencia, tal de poder operar a los caudales nominal y máximo de diseño establecidos por CMP.

Cada una de estas estaciones será alimentada por un estanque de almacenamiento de agua de 713 m³ de volumen, estanques TAG 400-TK-211, TAG 400-TK-221 y TAG 400-TK-231 respectivamente.

La siguiente figura muestra el perfil del trazado del Acueducto.

Figura 2-11. Perfil del Trazado del Acueducto



2.3.2.2 Concentraducto

2.3.2.2.1 *Descripción General de las obras e instalaciones del Concentraducto*

El Concentraducto transportará en promedio 10,5 ktpd (4 millones de toneladas anuales) de concentrado de hierro con una concentración aproximada promedio de 65% de sólidos (variará entre 63 y 67%), por una tubería de 12 pulgadas de diámetro.

Las obras anexas al Concentraducto serán:

- Estación de monitoreo (SM1)
- Estación de válvulas (PV1)

El concentraducto se extenderá desde la *Estación de bombeo PS1*, ubicada en la Planta Concentradora en el Sector Cerro Negro Norte, en el km 0,0 del concentraducto a 1.064

msnm, hasta la *Estación Terminal TS1* ubicada en la Planta de Filtrado ubicada en Puerto Punta Totalillo.

Se contará también con una *Estación de Monitoreo* de presiones en el punto de mayor cota, ubicado en el km 23,4 del concentraducto a 835 msnm, para verificar la condición de flujo presurizado. Estará compuesta por dos bombas centrífugas instaladas en paralelo (1 operativa/1 reserva). La información recogida en esta estación será enviada mediante fibra óptica hacia las salas de control ubicadas en la Estación Terminal en Punta Totalillo y a la estación de Bombeo en la Planta Concentradora en el Sector Cerro Negro Norte.

Se dispondrá de una *Estación de Válvulas*, ubicada aproximadamente en el Km. 31 del trazado del concentraducto a una elevación de 555 msnm, que estará provista de dos (2) válvulas actuadas remotamente, para realizar el corte de flujo. Su función básica, en una condición de detención del sistema, es dividir la columna hidrostática en dos (2) sectores. Permitiendo reducir espesores aguas abajo de la estación. Las válvulas estarán equipadas con medidores de presión local (PI) y de transmisores de presión remotos (PIT). Contarán con una línea de emergencia, provista de disco de ruptura, y placas orificio requeridas con descarga hacia una piscina de emergencia.

En la siguiente figura se muestra el perfil del trazado del Concentraducto.

Figura 2-12: Perfil del trazado del Concentraducto



Las Principales instalaciones del Concentraducto se describen a continuación:

2.3.2.2.2 Estación de Monitoreo (SM1)

La Estación de Monitoreo (SM1) se ubicará en el km 23,4 del trazado del concentraducto, a una altura aproximada de 836 msnm, correspondiente a la máxima elevación del trazado. Estará equipada con transductores de presión, para controlar la presión del ducto y evitar una paralización o corte de columna en su interior durante el transporte del concentrado.

Esta estación de monitoreo se instalará dentro de una cámara enterrada, cuya información será enviada vía fibra óptica a los sistemas de control existentes tanto en la estación de bombeo como en la estación terminal. No habrá presencia de personal en la estación, dado que toda la información registrada será enviada automáticamente a los sistemas de control antes señalados.

Esta estación utilizará un área aproximada de 0,03 hectáreas (13 m x 22 m).

2.3.2.2.3 Estación de válvulas (VS1)

La Estación de Válvulas estará ubicada en el km 30,9 del trazado del Concentraducto, a una elevación de 555 msnm. Constará de un radier de hormigón, sobre el cual se ubicarán las tuberías y válvulas y estará cercado por un cierre perimetral. Dispondrá de válvulas de corte, instrumentación, discos de ruptura, trampa y lanzadores de elementos de limpieza.

La Estación de Válvulas tendrá líneas de drenaje y una línea de emergencia, con disco de ruptura, que descargará a la piscina de emergencia en esta estación en caso de generarse una sobre presión en el ducto que pudiera afectar a la estación.

Contará con 2 ramas de anillos, la primera compuesta por 5 anillos fijos mas una vacancia, y la segunda compuesta por 2 anillos más una vacancia y 1 anillo variable en loop más una vacancia.

Esta estación utilizará un área aproximada de 0,15 hectáreas (30 m x 50 m).

2.3.2.2.4 Estación Terminal (TS1)

La Estación Terminal se ubicará en el km. 79 del trazado del Concentraducto, en Puerto Punta Totalillo, a una elevación de 29 msnm, la cual tendrá una superficie estimada de esta estación es de 1,1 hectáreas. Esta estación será aledaña a la actualmente construida por la Fase I del Proyecto Hierro Atacama.

Contará con 2 ramas de anillos, la primera compuesta por 5 anillos fijos mas una vacancia y la segunda compuesta por 2 anillos más una vacancia y 1 anillo variable en loop más una vacancia.

Esta estación utilizará un área aproximada de 0,15 hectáreas (30 m x 50 m).

2.3.2.2.5 Piscinas de Emergencia

El proyecto ha considerado dos piscinas de emergencia, para enfrentar situaciones de contingencia del Concentraducto que obliguen a una detención y drenado de alguna porción del ducto.

Estas piscinas estarán ubicadas en los siguientes puntos:

- La primera piscina se ubicará en la Estación de Válvulas VS1, tendrá una capacidad de 2.280 m³.
- La segunda piscina se ubicará en la Estación Terminal TS1, tendrá una capacidad de 3.130 m³.

2.3.2.3 Actividades de Construcción del Trazado de los ductos

Para la construcción del Acueducto y Concentraducto se seguirán los lineamientos propuestos por la Norma ASME B31.11, Slurry Transportation Piping Systems, de manera de establecer los más altos estándares en seguridad y calidad desde un comienzo.

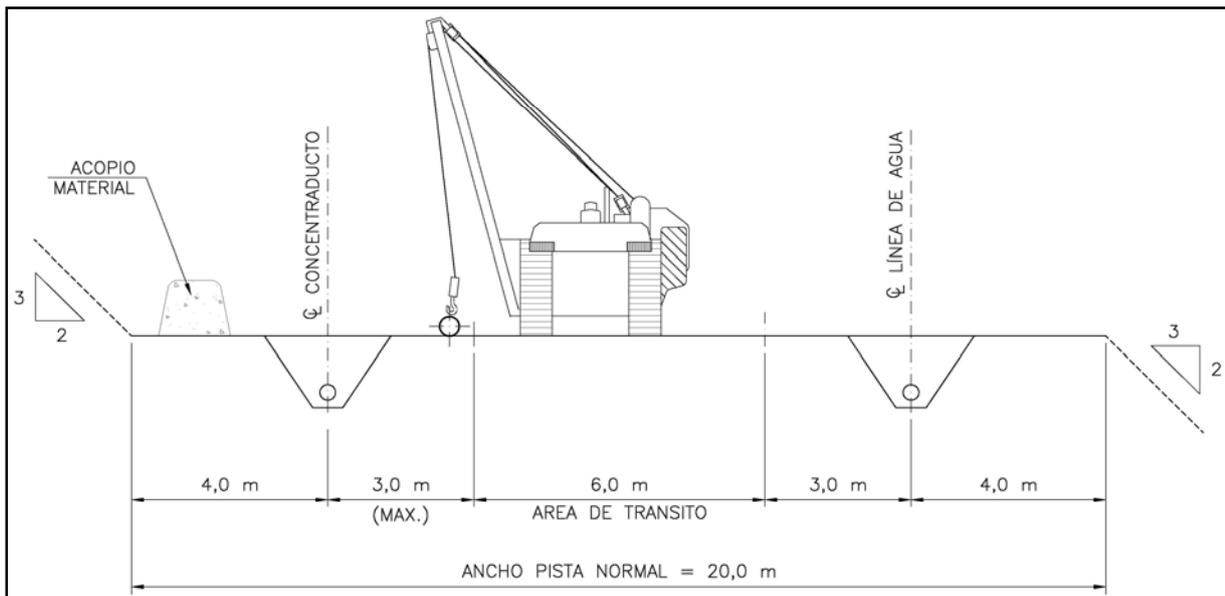
Ambos ductos seguirán el mismo trazado y serán construidos de manera simultánea, distanciándose uno de otro 12 m. Sólo el sentido de circulación del contenido será diferente, esto significa que el Acueducto se iniciará en Punta Totalillo y llegará al Sector de Cerro Negro Norte, en tanto que el Concentraducto se iniciará en el Sector de Cerro Negro Norte y llegará a Punta Totalillo.

El modo constructivo considera la realización de una secuencia de actividades relacionadas entre sí y que deberán ser correlativas, tanto para minimizar el impacto ambiental temporal que provocará la etapa de construcción, como también para optimizar los recursos empleados.

Las zonas de almacenamiento y acopios de materiales relativos a la construcción de los ductos, al igual que las instalaciones de faenas serán Cerro Negro Norte, Punta Totoralillo y eventualmente las zonas industriales de los puertos donde se generen desembarques.

Para la construcción de ambos ductos se utilizará a lo largo de todo el trazado, una faja de servidumbre de 20 m de ancho, que contendrá una zona de circulación de vehículos y maquinaria de la construcción, una zona de acopio del material removido y las zanjas donde serán colocados ambos ductos, de acuerdo a la siguiente figura:

Figura 2-13: Faja de Servidumbre de Construcción del Acueducto y Concentraducto



Una vez finalizada la construcción de ambos ductos, esta faja de servidumbre será la mínima necesaria para el tránsito de vehículos livianos que verificarán el estado de señaléticas y la mantención de las condiciones del trazado de los ductos.

Durante todo el trazado ductos se privilegiará el uso de caletas de caminos ya existentes, con el propósito de minimizar los impactos ambientales de la construcción. En caso de que no existan, se construirá una pista a lo largo del trazado, la que se utilizará como plataforma para las tareas de montaje de los ductos.

2.3.2.4 Cruce de Hitos Relevantes

A continuación se entrega una descripción del trazado del Acueducto y Concentraducto por tramos, que identifica la ubicación de los hitos relevantes que serán cruzados por ambos ductos. Estos hitos corresponden a cruces de la ruta 5 y caminos principales y secundarios.

2.3.2.4.1 Primer Tramo del Trazado: Comuna de Copiapó

El primer tramo de ambos trazados se iniciará en la comuna de Copiapó. El km 0 del concentraducto se iniciará en el área correspondiente a la Planta Concentradora, dentro de las instalaciones del Sector de Cerro Negro Norte. El km 0 del concentraducto coincidirá con el km 80 del Acueducto.

Para describir el trazado de ambos ductos se detallarán los aspectos relativos al concentraducto, pero se entenderá que esta descripción es válida también para el Acueducto, en sentido inverso. Mayores detalles se aprecian en el plano que se adjunta en Anexo 2.2.

Este primer tramo del trazado presentará las siguientes características:

Se iniciará en la Planta Concentradora (Cerro Negro Norte), a una cota de terreno de 1.260 msnm aproximadamente, en dirección sur durante los primeros 2,5 km. Posteriormente, discurrirá en el sentido de la ruta C-351 hasta cruzar el límite entre las comunas de Copiapó y Caldera, coincidente con el km 33,5 del trazado del concentraducto, (km 46,5 del acueducto; UTM ~345.680E, 6.995.926N), en las cercanías del sector Segunda Pampa Dura.

2.3.2.4.1.1 Segundo Tramo del Trazado: Comuna de Caldera

Aproximadamente a partir del km 35,0 del Concentraducto (km 45 del Acueducto), el trazado cruza hasta la comuna de Caldera, en las cercanías del sector de Bellavista, a una cota de terreno de 480 msnm aproximadamente, donde el trazado se separará de la ruta C-351 y seguirá en dirección noroeste.

A la altura del km 56,5 del concentraducto (km 23,5 del Acueducto), se cruzará un camino de tierra que se inicia en la ruta 5 en dirección noriente, luego del cual, ambos ductos se orientarán en dirección poniente, pasando por el costado norte de la Pampa

Caracoles, a la altura del km 60,0 del concentraducto (km 20 del acueducto; (UTM ~326.057E, 7.011.949N). A continuación el trazado seguirá en dirección norponiente. A partir del km 68,0 el Concentraducto (km 12 del acueducto) atravesará el sector del Llano de La Hormiga.

En el km 76,5 el concentraducto gira hacia el poniente, cruza la ruta 5 en el km 77 y se mantiene en esa dirección hasta llegar a la Estación Terminal en Punta Totoralillo, en el km 80, equivalente al km 0 del acueducto.

2.3.2.4.2 Especificaciones de Construcción en sectores de Cruces de Hitos Relevantes

A continuación se detallan las consideraciones técnicas que serán implementadas en la construcción de los cruces de hitos relevantes, antes identificados. Los mismos criterios de construcción se aplicarán para el trazado del Acueducto de complemento.

2.3.2.4.2.1 Cruce Tipo 1-Camino Pavimentado

Este tipo de cruce se realizará mediante tunelera, es decir una maquina habilitada para tal labor, excavará zanjas a cada lado del camino, las que comunicará mediante una excavación subterránea para instalar una camisa de acero a 1 m de la rasante del pavimento de la ruta, que protegerá las tuberías (acueducto y concentraducto).

La longitud del cruce será equivalente al ancho de la ruta más 4 m. Ambas tuberías contarán con un sistema de soporte e irán dentro de una tubería de HDPE. Las tuberías, irán protegidas por una camisa de acero.

Las zanjas excavadas por la tunelera se convertirán en cámaras de inspección para fibra óptica. Las dimensiones de cada una serán: 1,2 m de ancho, 1,8 de largo y 1,5 m de alto y se ubicarán a 2 m de la ruta.

El detalle se puede apreciar en el plano "Trazado concentraducto camino pavimentado", que se adjunta en Anexo 2.2.

Figura 2-14: Cruce Tipo 1 - Camino Pavimentado

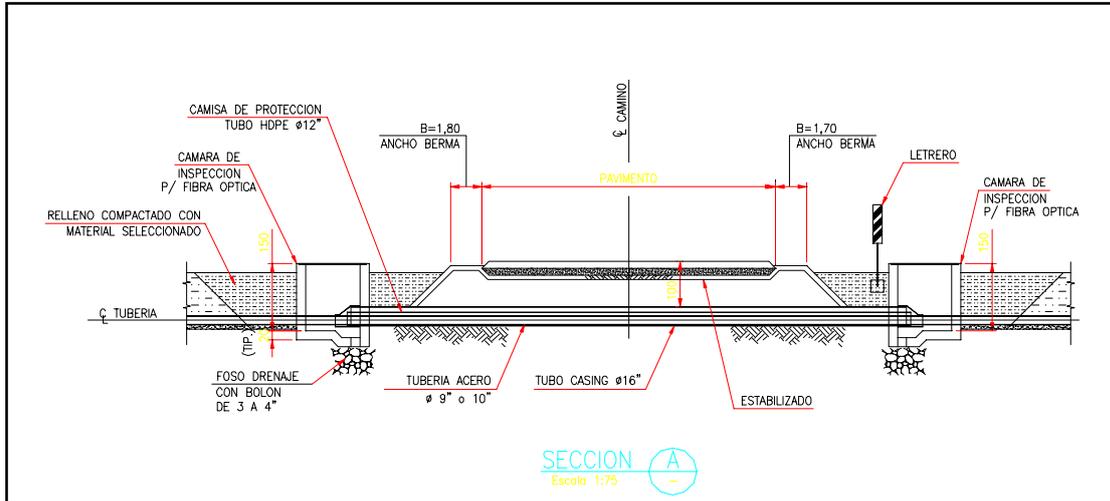
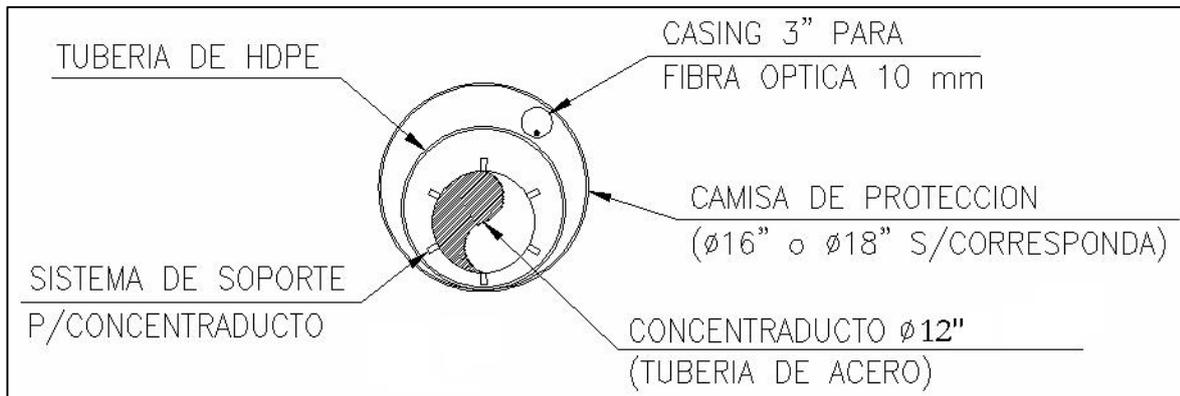


Figura 2-15: Cruce Tipo 1 – Sección de Cruce Camino Pavimentado



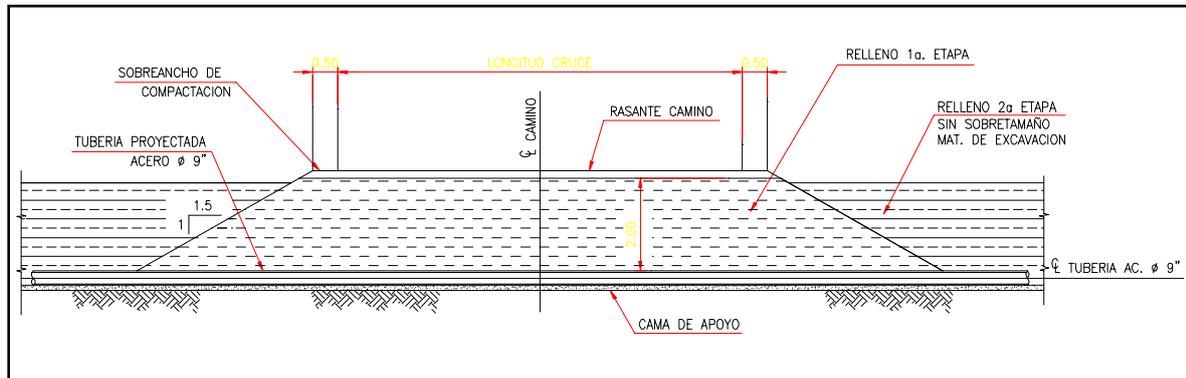
2.3.2.4.2.2 Cruce Tipo 2 - Camino No Pavimentado

Para este tipo de cruce se excavará una zanja de una profundidad mínima de 2 m, en donde se depositará una cama de apoyo de relleno estructural de un espesor aproximado de 10 cm y de ancho mínimo de 1.20 m. Sobre esta cama se apoyará la tubería del concentraducto y de la fibra óptica. Posteriormente, la zanja excavada se cubrirá con relleno compactado seleccionado.

En este caso no se dispondrá de camisa de protección.

El detalle se puede apreciar en el plano "C-300-DW052 – Tzado concentraducto camino pavimentado, que se adjunta en Anexo 2.2.

Figura 2-16: Cruce Tipo 2 –Cruce Camino No Pavimentado



2.3.2.4.2.3 Cruce de Áreas identificadas como especiales

Además del cruce de hitos relevantes, el trazado de los (Acueducto/Concentraducto) cruzará por áreas identificadas como especiales tanto desde el punto de vista ambiental, de planes reguladores y de características constructivas.

Para la construcción de las zanjas en estos sectores se tomarán los recaudos necesarios tanto para resguardar la seguridad de las instalaciones como para minimizar el impacto ambiental sobre el sector.

a) Cordón Dunario:

Los ductos, atraviesan la Pampa Caracoles (zona de protección dunaria establecida por el Plan Regulador Intercomunal Costero de la III Región) al norte del portezuelo del Burro Muerto hasta frente de Punta de Lobos La Cuadra (en una extensión de ~ 16 km), por lo que corresponde a un cruce especial asociado a la conservación de la duna. Para este sector la medida constructiva a aplicar será cubrir la zanja cavada con el mismo material extraído durante su excavación. Adicionalmente, durante la construcción se utilizará malla rashel sobre el acopio de este material para minimizar la erosión eólica, y se recuperará las especies de flora existentes y serán replantadas sobre el área intervenida.

En esta zona, el trazado de los ductos permitirá el libre tránsito sobre ellos, no existirá camino de servicio, y la señalética será diseñada de manera tal que sea compatible con el paisaje, por lo tanto se restituirá la condición dunaria y el paisaje, lo más cercano

posible a su condición natural (ver procedimientos constructivos y monitoreo en Capítulo 8).

Al comienzo del trazado de los ductos, desde Cerro Negro Norte, se atraviesan ~ 18 km de este mismo cordón dunario. Esta zona ya está intervenida, puesto que los ductos siguen el mismo trayecto en forma paralela y adyacente a la ruta C-351.

c) Quebradas:

Éstas corresponden a cruces especiales a causa de restricciones hidrológicas. Para estos sectores la medida constructiva a aplicar será: una excavación de 2 m aproximado, bajo la cota inferior del vértice de la quebrada que intercepta de forma oblicua o perpendicular el concentraducto.

Para mayor detalle, ver las especificaciones técnicas detalladas en el plano "Trazado concentraducto cruce de quebradas, que se adjunta en Anexo 2.2.

2.3.2.5 Actividades asociadas a la construcción de los ductos

Las actividades que serán realizadas durante la construcción de los ductos (acueducto, concentraducto y acueducto de complemento), serán:

- Demarcación topográfica del eje de los ductos y la faja de servidumbre de construcción.
- Activación de los frentes de trabajo móviles.
- Excavaciones de zanjas.
- Instalación de las tuberías.
- Preparación de la subrasante.
- Rellenos de zanjas.
- Nivelación del terreno en zonas de protección establecidas por el PRICOST III Región.

La construcción de los ductos se iniciará con la demarcación topográfica de la faja de servidumbre de construcción y de los ejes del cada ducto a lo largo de todo el trazado. Posteriormente se realizarán los movimientos de tierra requeridos para la instalación de los ductos. A saber, la preparación de la faja, despeje y limpieza, excavación y relleno de la zanja que contendrá a cada ducto.

Luego se transportarán al frente de trabajo las cañerías que conformarán los ductos. Se realizarán en terreno las labores de curvado de cañerías (obras de arte), soldadura e inspección de ellas y parcheo sobre las uniones soldadas. Finalmente se procederá a la instalación de la cañería en cada zanja.

Posteriormente se retomará el movimiento de tierra que comprende llenado intermedio de las zanjas, la instalación de la cinta de advertencia, el tapado de las zanjas y el retiro de los elementos y materiales sobrantes de la construcción.

Terminada la construcción de los ductos comenzarán las fases de lavado interno, prueba hidráulica de cada ducto y puesta en marcha del proyecto.

Al término de la etapa de construcción se rescatarán todos los planos e información "As Built" certificados a objeto de disponer de datos exactos respecto de la ubicación y características constructivas de cada ducto.

2.3.2.5.1 Demarcación topográfica de la faja de servidumbre de construcción

La porción de la faja de servidumbre que será utilizada a lo largo del trazado será de 20 m e incluirá la zanja donde se colocará el ducto.

2.3.2.5.2 Instalación de Faenas

Los trabajos de construcción del Acueducto y del Concentraducto se iniciarán en uno o más frentes entre la Estación Terminal y el sector Cerro Negro Norte y avanzarán hasta encontrarse. Debido a la extensión de la obra, la instalación de faenas se emplazará en ambos sectores.

La instalación de faenas contará con oficinas, bodegas de materiales, áreas de estacionamiento de maquinarias y vehículos, patios de acopio temporal de residuos, servicios sanitarios, equipamiento informático y de comunicaciones

Dadas las características del proyecto, avance gradual de la construcción de los ductos, será necesario implementar frentes móviles de trabajo, los que se irán desplazando a lo largo del trazado a medida que avanza la construcción. No obstante la(s) instalación(es) de faena(s) permanecerán en los lugares antes señalados, manteniendo en los frentes móviles sólo los materiales, vehículos, maquinarias y operadores que se requieren para el adecuado avance de las obras.

El acceso a los frentes móviles de trabajo se realizará exclusivamente por caminos existentes, sean públicos o privados y por la faja de servidumbre. Se contará con acceso

a servicios de emergencia, tales como ambulancia de emergencia y paramédicos calificados, sobre una base de 24 horas de disponibilidad.

No se contempla la instalación de campamentos para la construcción del proyecto, dada la cercanía a los centros poblados de Copiapó y Caldera. Los trabajadores serán transportados por la empresa constructora en buses, desde estas ciudades hasta el lugar de trabajo y viceversa.

El almuerzo (colaciones) será suministrado en el frente de trabajo, diariamente, por una empresa de catering, subcontratada por la empresa constructora, por ello que no se instalará ni cocina ni casino, la empresa de catering deberá proveer comedores móviles que cumplan con las exigencias del DS N° 594/00 y gestionar todos sus residuos. Los residuos domésticos resultantes serán depositados en contenedores estancos y provistos de tapa, dispuestos en el frente de trabajo y retirados diariamente para ser enviados a los rellenos sanitarios de Copiapó y Caldera de acuerdo a la ubicación del punto generador.

2.3.2.5.3 Movimientos de tierra

Para garantizar niveles adecuados de seguridad y calidad en la ejecución de las obras, se considerará lo indicado en las: Normas de Instituto Nacional de Normalización (INN), Normas de Seguridad y Reglamento Ambiental para Contratistas y Proveedores de CMP, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad del MOP, NCh 347 Prescripciones de Seguridad de Demoliciones, NCh 349 Prescripciones de Seguridad de Excavaciones, NCh 436 Prescripciones Generales de Prevención de Accidentes del Trabajo, NCh 438 Protecciones de Uso Personal y NCh 439 Señales para Prevención de Accidentes en la Industria, entre otras.

Dentro de los movimientos de tierra que serán realizados se incluye la preparación de la faja de servidumbre de construcción, despeje y limpieza de la misma, excavación y relleno de las zanjas que contendrá a cada ducto. A continuación se exponen cada una de estas obras a ser ejecutadas.

2.3.2.5.3.1 Preparación de la Faja de Servidumbre de Construcción

Antes de comenzar los trabajos constructivos, se colocarán monolitos de referencia planimétrica y altimétrica, como referencia topográfica para la construcción de las obras, los que además permitirán replantear el trazado y la ubicación de las obras, en caso que sea necesario. Las referencias y marcas colocadas serán firmes y claras, de tal

modo que permanezcan estables por un período razonable de tiempo y puedan revisarse fácilmente.

En particular, los puntos de referencia para nivelación, se materializarán en estructuras vecinas o monolitos especiales fuera de la zona de influencia del proyecto, de tal manera que sean permanentes, no sean dañados, ni sufran variaciones. Se velará por la conservación de los puntos de referencia, debiendo proceder a su reemplazo inmediato cuando éstos resulten dañados, para lo cual se contará en la faena con los instrumentos y el personal necesario para realizar labores de este tipo en todo momento.

Las tareas de movimiento de tierra se realizarán procurando producir el mínimo impacto sobre la topografía. De todas maneras, posterior a la construcción del ducto, se realizarán tareas de recomposición que permitan restituir en parte el perfil del terreno.

2.3.2.5.3.2 Despeje y Limpieza de la Faja de Servidumbre de Construcción

Se realizará la remoción de la vegetación, maleza, piedras y bolones que se encuentren sobre la superficie terreno de la faja de servidumbre. Los trabajos se efectuarán respetando las buenas prácticas ambientales y de seguridad. Las empresas contratistas deberán contar con programas de gestión de seguridad, calidad y medio ambiente y respetar las normas definidas más adelante en el Plan de Gestión Ambiental del Proyecto. Se prohibirá la realización de quemas durante la etapa de construcción.

2.3.2.5.3.3 Excavación, Zanja y Relleno

a) Excavación

A lo largo del trazado se realizarán excavaciones en terreno común, en roca descompuesta y en roca sana, tanto para la instalación de la tubería como para la construcción de las distintas estaciones asociadas al proyecto. Estas excavaciones se realizarán dentro de los límites de la faja de servidumbre de 25 m.

Las excavaciones en terreno común tendrán una profundidad de 80 cm medidos desde la clave de cada tubería (de acuerdo a la norma ANSI ASME B31.11) y un ancho que variará entre los 60 y los 100 cm, mientras que para los cruces de hitos del trazado, las excavaciones tendrán las dimensiones indicadas en las figuras y planos correspondientes, antes indicados.

Los taludes tendrán la inclinación natural que permita el material. Si se requiere, serán entibados y sostenidos adecuadamente para estabilizarlos. Los cortes verticales realizados en material común, en caso de ser necesario, serán estabilizados mediante

algún sistema de soporte temporal. Se mantendrá la estabilidad y seguridad de todas las obras y faenas, sean éstas permanentes o provisorias.

Para la ejecución de las excavaciones se considera el uso de retroexcavadoras y/o zanjadoras. Sin embargo, también podría ser necesario utilizar escarificadores y martillo neumático para romper bolones de roca descompuesta.

En caso de que se requiera el uso de explosivos para la tronadura de roca sana, los trabajos serán efectuados respetando lo señalado en la Ley 17.798 sobre el control de armas, explosivos y productos químicos, como también el Decreto Supremo N° 807 del 02/11/73 sobre licencias especiales para personas que manejen explosivos.

Se estima que aproximadamente 20.000 m³ de las excavaciones para la construcción de las plataformas del Concentraducto requerirá ser extraído con explosivos o maquinaria preparada para excavar roca dura. Cabe señalar que una vez realizadas las pruebas en terreno, se verificará el volumen en el cual es necesario utilizar explosivos para la excavación.

La cantidad de explosivos que se use será la mínima compatible con las necesidades de una buena fracturación de la roca y que asegure el mínimo impacto en el entorno.

El sistema de tronadura que se empleará considera en su diseño la utilización de explosivos sin contacto con el aire, para evitar la transmisión de la onda sonora. La voladura finalmente consiste en pequeñas detonaciones subterráneas cuyo objeto es fracturar las rocas internamente, evitando proyectarlas.

Por otra parte, se aplicará cuando sea apropiado, como medida de mitigación acústica un procedimiento de extracción de material por capas transversales y en sentido contrario a la velocidad predominante del viento; lo cual permitirá que el montículo que se vaya dejando actúe como barrera natural de contención (efecto pantalla) para la expansión de las ondas sonoras, ya sea, producto de las voladuras, de la perforación o de la extracción de material con martillo hidráulico.

B) Zanja y Relleno

La zanja corresponde a la excavación o corte, cuya función principal es la de contener a los ductos. Se considerará una profundidad de la zanja de 80 cm medidos desde la clave del tubo hasta la superficie de terreno (de acuerdo a la norma ANSI ASME B31.11), sobre una capa de soporte que garantizará la integridad y seguridad del mismo. Las consideraciones de la zanja en la cual irá alojada el concentraducto cumplirán con las siguientes características:

- El fondo de la zanja estará completamente seco.

- En el fondo de la zanja se colocará una capa de, al menos, 10 cm de material fino, tal como arena o material cribado de un tamaño máximo de ¼ de pulgada.
- Después de colocada la cañería se agregará material granular de relleno, cribado a un tamaño máximo de ¼ de pulgada, hasta completar un espesor de, a lo menos, 20 cm sobre el tope superior de la cañería.
- El relleno granular será colocado en capas de espesor igual a 15 cm, compactado manualmente con precaución, a fin de no dañar la cañería.
- Después de efectuado el relleno de material granular, se procederá a completar la zanja con material removido por la excavación de la zanja, limitándose a un tamaño máximo de 4 pulgadas, en capas de espesor tal que permitan su adecuada compactación.
- El relleno final de la zanja se efectuará con material extraído de la excavación, el cual se pondrá sobre el relleno, formando un resalto simple de a lo menos 10 cm de altura.

El relleno que se utilizará luego de la excavación será del tipo compactado y/o estructural.

Los rellenos compactados serán materiales granulares seleccionados, colocados por capas y densificados por medios controlados, de acuerdo a especificaciones de diseño.

El suministro de materiales de relleno podrá provenir de las excavaciones previas realizadas en la misma obra y/o de empréstitos cercanos en caso de requerirse, los cuales se obtendrán de proveedores autorizados.

Se definirán, rellenos en base a hormigón pobre, para todos aquellos casos en que la complejidad de uniones sea tal, que no permita una adecuada compactación de los rellenos granulares o para una mayor protección de las tuberías.

C) Preparación de la Subrasante

La superficie del fondo de las excavaciones correspondiente a la plataforma terminada, quedará perfilada y nivelada con una tolerancia de +/- 5 cm, con respecto a las dimensiones y cotas establecidas.

El sello de la excavación será compactado hasta lograr una densidad adecuada, la cual se controlará en una profundidad de 30 cm como mínimo en todo el ancho de la plataforma. Una vez entregado el sello de excavación se evitará todo tráfico, inundación o acumulación de material sobre él, que pueda ocasionar daños o alterar las condiciones

de terminación especificadas. Los materiales provenientes de las excavaciones podrán ser empleados en la confección de rellenos siempre que cumplan las especificaciones de los rellenos estructurales. El material seleccionado será acumulado en espacios autorizados, a la espera de ser reutilizados. El material no apto para su reutilización será enviado a botaderos autorizados.

2.3.2.5.4 *Instalación de Tubería*

Para la instalación de las tuberías se seguirán los lineamientos propuestos por la Norma ASME B31.11, Slurry Transportation Piping Systems,.

La tubería será soldada en línea cumpliendo las especificaciones de la Norma API 1104. Las juntas serán revestidas en línea y previo a su cubrimiento se realizará un testeo que garantice su aislamiento eléctrico. Una vez concluida la instalación de la cañería se realizará una prueba hidráulica para garantizar la hermeticidad y resistencia de cada ducto (ASME B31.11). Las bridas del Concentraducto cumplirán los requerimientos de la norma ANSI B 16.5. La clase de los flanges se determinará en función de la presión a la que estén sometidos.

2.3.2.5.5 *Volúmenes asociados a la construcción de las zanjas para instalación de los ductos*

En la siguiente tabla se presentan los movimientos de tierra asociados a la franja para instalar el acueducto de recirculación y el concentraducto.

Tabla 2-16. Movimiento de materiales para la etapa de construcción de los ductos

Material	Total (m³)
Relleno con material de excavación	~ 96.000
Relleno con material seleccionado	~ 43.400
Total	~ 139.400

2.3.2.5.6 *Obras Civiles e Instalación de Equipos*

El Proyecto considera la construcción de las siguientes obras civiles e instalación de equipos.

2.3.2.5.6.1 Estación de Monitoreo

Las actividades constructivas que serán desarrolladas son las siguientes:

- Movimiento de tierra para la construcción de la cámara donde irá instalada la estación de monitoreo.
- Obras civiles y estructuras proyectadas para la construcción de la estación.
- Montaje y conexión de la tubería asociada
- Montaje y conexión del equipamiento eléctrico, de instrumentación y sistema de control.
- Cierre perimetral
- Toda otra actividad, relacionada con el diseño, el montaje y la calibración de la estación de monitoreo.

2.3.2.5.6.2 Estación de Válvulas

La construcción de las obras incluyen las siguientes actividades:

- Movimientos de tierra para la construcción de la plataforma donde se ubicará la estación de válvulas
- Obras civiles y estructuras proyectadas para la estación de válvulas
- Montaje de la tubería, incluyendo soportes, válvulas, piezas especiales y otros elementos de los ductos
- El montaje y conexiones eléctricas y de instrumentación, incluyendo paneles solares, sala eléctrica y otros.
- Cierre perimetral
- Toda otra actividad, relacionada con el diseño, el montaje y la puesta en servicio de las estaciones de válvulas.
- Construcción de piscina de emergencia.

2.3.2.5.7 *Servicios e Insumos para la Construcción*

2.3.2.5.7.1 *Transporte y Almacenamiento de Tuberías*

Se transportará, mediante camiones, toda la tubería, desde su lugar de entrega hasta las áreas designadas para los efectos de almacenaje previo a la construcción.

Durante la recepción, el transporte posterior y el almacenamiento temporal de la tubería de acero en terrenos de la obra, se considerará una cuidadosa coordinación, controlando el stock de cañerías según identificaciones de diámetros, espesores y revestimiento, hasta los puntos de destino final.

La tubería será inspeccionada al momento de su recepción, a efectos de verificar posibles daños al revestimiento exterior o al acero, que puedan haber ocurrido durante el transporte de la misma. Se tomarán medidas apropiadas para asegurar que las dimensiones de las tuberías y la integridad del revestimiento sean mantenidas durante la manipulación y el transporte de éstas.

Los sitios de acopio de tuberías corresponderán en Cerro Negro Norte, y al sector de Punta Totoralillo. La tubería será dispuesta en sectores apropiados y demarcados, y a medida que avance la construcción del Concentraducto, se irán depositando junto a la zanja en construcción.

2.3.2.5.7.2 *Transporte de Materiales y Trabajadores*

El tránsito diario de vehículos, esperado en los períodos de máximo flujo durante la construcción, se detalla en la siguiente tabla.

Este tránsito corresponderá al transporte de tuberías desde el punto de recepción hasta los sitios de almacenamiento temporal y posteriormente hasta la faja de servidumbre, a medida que avanza la instalación de los ductos.

El traslado del personal de la construcción se realizará en vehículos de transporte de personal (camionetas y buses).

Tabla 2-17: Tránsito Estimado Diario durante la Construcción del Concentraducto

Tipo de vehículo	Tránsito máximo (veh/día)
Vehículos pesados	8
Vehículos medianos	8
Vehículos livianos	15
Buses	8
Total	39

Cuando sea necesario transportar equipos o materiales de mayor envergadura, se adoptarán las medidas necesarias para que el impacto vial sea mínimo (por ejemplo, transporte durante la noche y uso de escolta de carabineros).

La principal maquinaria de montaje de cañerías se trasladará diariamente a lo largo de la servidumbre, según progresa la construcción, minimizando su impacto vial.

2.3.2.5.7.3 Maquinaria y Equipos

La maquinaria y equipo destinado a la construcción e instalación de las distintas obras de los ductos se presentan en la Tabla 2-18. El número que será utilizado dependerá del Contratista que realice la construcción del proyecto.

Tabla 2-18: Maquinaria y Equipos a utilizar en la Etapa de Construcción del Concentraducto

Tipo de maquinaria y equipo	
Retroexcavadoras	Rodillos Compactadores
Máquinas "tiende tubos" (Pipelayers)	Cargadores frontales estándares y de bajo
Dobladoras y biseladoras de tubos	Grúas hidráulicas sobre neumáticos
Máquinas soldadoras	Planta preparación hormigones
Camiones: mixer, tolvas, planos, mineros de bajo perfil, rampas	Plantas seleccionadoras de áridos
Motoniveladoras estándar y de bajo perfil	Jumbos electro hidráulicos

2.3.2.5.7.4 Combustibles

Los combustibles requeridos en las faenas de instalación de los ductos serán provistos por el distribuidor asociado al contratista.

La estimación de consumo de combustible para la instalación de los ductos se presenta en la Tabla 2-19.

Tabla 2-19: Consumo de combustible en la construcción/instalación del Concentraducto

Tipo de combustible	Consumo (l/d)
Petróleo	4.000
Bencina	2.000
Gas licuado	1.000

La entrega de combustible a los vehículos se realizará en Bombas de Servicio locales o en la(s) instalación(es) de faena(s) ubicada(s) en Punta Totoralillo y/o en la Cerro Negro Norte, mediante el uso de surtidores, similares a los centros de venta, tomando las precauciones de acuerdo a la normativa legal vigente.

La provisión de combustibles será a través de distribuidores nacionales. De resultar necesario contar con una estación distribuidora de combustibles, esta cumplirá con los requisitos técnicos especificados en el D.S. N°379/86 que establece el “Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumos propios.” y, en lo que aplica, del D.S. N°379/86, que aprueba el “Reglamento de seguridad para el almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.”

En aquellos casos en que sea necesario el almacenamiento en tambores, se usarán envases cuya capacidad no supere los 220 litros. En caso de que éstos permanezcan al aire libre, se mantendrá un área de seguridad de, a lo menos, 2 m circundantes a los mismos. Esta zona de seguridad deberá demarcarse claramente y dentro de ella estará prohibido fumar, así como la existencia de fuegos abiertos.

2.3.2.5.7.5 Energía Eléctrica

El suministro eléctrico en la etapa de construcción se realizará mediante grupos generadores diesel, en el frente móvil de trabajo.

2.3.2.5.7.6 Agua y Servicios Higiénicos

Durante la etapa de construcción el suministro de agua potable para el personal será abastecido mediante bidones, dando cumplimiento la normativa establecida por la Autoridad Sanitaria de Atacama.

El agua requerida para humedecimiento del terreno, procesos constructivos y limpieza será abastecida mediante camiones aljibes.

Por su parte, los servicios higiénicos serán cubiertos mediante baños químicos, dispuestos en los distintos frentes de trabajo, dando cumplimiento a lo indicado en el D.S. 594/99 MINSAL. Para la disposición de estos desechos se contratarán empresas reconocidas oficialmente por la Autoridad Sanitaria.

2.3.2.6 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Construcción Sector Acueducto/Concentraducto

Durante la etapa de construcción del Sector Acueducto/Concentraducto, el proyecto generará los siguientes residuos, efluentes y/o emisiones:

- Emisiones a la atmósfera: Producto del transporte y movimiento de material.
- Ruido y vibraciones: Debido a las explosiones y a la utilización de maquinaria pesada.
- Luminosidad El proyecto generará emisión lumínica durante la noche.
- Residuos líquidos: aguas servidas del personal.
- Residuos sólidos:
 - e) Residuos de construcción.
 - f) Residuos sólidos asimilables a domésticos: papeles, restos de alimentos, etc.
 - g) Residuos sólidos industriales no peligrosos: piezas de repuesto y mantenimiento, residuos de construcción, etc.
 - h) Residuos sólidos industriales peligrosos: aceites, restos de pintura, envases de productos químicos, baterías, etc.,

A continuación se presenta la identificación y caracterización de cada uno de estos residuos, efluentes y/o emisiones.

2.3.2.6.1 *Emisiones Atmosféricas Sector Acueducto/Concentraducto*

Durante la etapa de construcción, las emisiones atmosféricas corresponderán principalmente a:

1. Emisión de material particulado producto de las excavaciones de zanjas, movimiento y transporte de material, emisiones dispersas asociadas al movimiento de maquinaria y vehículos livianos.
2. Emisión de ruido.
3. Vibraciones.
4. Emisión lumínica

2.3.2.6.1.1 *Emisión de Material Particulado*

Las emisiones en la etapa de construcción corresponderán principalmente a material particulado, debido a las actividades de instalación de faenas y preparación del terreno, tales como despeje y limpieza de la faja, acceso a la servidumbre, excavaciones y transporte de materiales; pero también se emitirán gases (CO, NO_x y HC) provenientes de los tubos de escape de la maquinaria utilizada.

Con el objetivo de reducir las emisiones de material particulado, se considera la implantación de medidas de prevención y control tales como:

- Se humedecerá el terreno en forma oportuna durante las actividades de instalación de faenas y preparación del terreno.
- Los camiones transportarán materiales con la carga cubierta.
- Se minimizará la dispersión de polvo hacia el exterior de las obras de los frentes de trabajo protegiendo las eventuales fuentes de emisión con mallas tipo Rashel.

2.3.2.6.1.2 *Emisiones de Ruido*

Las emisiones de ruido que se generarán durante la etapa de construcción se encuentran asociadas mayoritariamente a tránsito y funcionamiento de maquinaria y vehículos pesados. Estas emisiones serán de carácter temporal y se velará por el cumplimiento del DS 146/98 que reglamenta la emisión de ruidos por fuentes fijas. Para ello, se adoptarán medidas de ingeniería de construcción que minimizarán las emisiones tales como:

- En la cercanía a lugares poblados se trabajará solamente en horario diurno.

- En los contratos con empresas de servicios, así como en sus actividades propias, CMP incluirá especificaciones de cumplimiento de niveles máximos de ruido (establecidos en la normativa vigente DS 146/98), para la compra, arrendamiento u otro mecanismo de adquisición de equipos, maquinarias y vehículos.
- Las empresas contratistas deberán desarrollar sus actividades conforme a los reglamentos vigentes que se refieren a la exigencia que hace CMP respecto a la mantención de equipos. La maquinaria utilizada será revisada y probada por la empresa contratista con el fin de detectar desperfectos mecánicos que pudieran alterar los niveles de ruido establecidos.
- Se prohibirá que los camiones estacionados en la obra mantengan encendidos sus motores.

2.3.2.6.1.3 Vibraciones

Dado que en algunos sectores del trazado puede ser necesario utilizar explosivos, durante la realización de las tronaduras, podrán generarse vibraciones del terreno.

Dado que son tronaduras puntuales y de corta duración, las vibraciones se atenuarán a corta distancia del punto de detonación. A modo referencial se puede señalar que en este tipo de medio la vibración por tronaduras no es perceptible a distancias mayores que 2.000 m.

2.3.2.6.1.4 Luminosidad

El proyecto generará emisión lumínica durante la noche, no obstante, se utilizarán luminarias que permitan cumplir lo establecido en DS 686/98 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que establece la *Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica* en II, III y IV región.

2.3.2.6.2 Residuos Líquidos

Durante la etapa de construcción no se generarán residuos industriales líquidos.

En los lugares de faena se instalarán baños químicos en un número proporcional al número de trabajadores de la obra, así como también contenedores de agua potable de acuerdo a las exigencias deL DS 594/00 del MINSAL.

Los residuos líquidos de los baños químicos serán retirados por una empresa contratista autorizada, la cual dispondrá de ellos en un lugar autorizado. El titular

exigirá en el contrato a la empresa que realice el retiro de las aguas servidas, las autorizaciones de la Autoridad Sanitaria de Atacama para el retiro, transporte y disposición final de éstas.

Considerando una dotación de 150 personas para la etapa de construcción del ducto se estima que la cantidad de aguas servidas domésticas no superará los 15 m³/día.

2.3.2.6.3 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que serán generados durante la etapa de construcción de las obras asociadas a este sector son los siguientes:

Tabla 2-20. Residuos Sólidos generados en la etapa de Construcción en el Sector Acueducto/Concentraducto

Etapa	Residuos generados	Cantidad (ton/año)
Construcción	Residuos de construcción: Material no útil proveniente de excavaciones.	200.000 m ³
	Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios: Restos de embalaje, papeles, maderas, cartones, residuos orgánicos, etc.	60
	Residuos industriales no peligrosos: Excedentes metálicos o chatarra	15
	Residuos Peligrosos: Lubricantes, aceites y grasas, recipientes con pintura y lubricantes, aceites, huaipes y otros.	4 (lubricantes, aceites y grasas) 1 (recipientes con pinturas, solventes, huaipes, lubricantes, aceites y grasas).

Como parte de las estrategias de manejo de residuos que serán implementadas durante esta etapa, se priorizará en lo posible la reutilización de aquellos materiales que tengan algún valor comercial o puedan ser aprovechados por contratistas o subcontratistas (maderas, cartones, despuntes o excedentes metálicos, chatarra, etc.). Al respecto el contratista dispondrá de varias alternativas para el destino final de los residuos, debiendo seleccionarlas de acuerdo a la factibilidad existente en la zona: reciclaje, reutilización y/o disposición final, según corresponda.

En los contratos de provisión de bienes, partes o piezas al proyecto, se privilegiará la devolución de los envases al proveedor.

2.3.2.6.3.1 Residuos de construcción

Se evaluará la reutilización del material excavado, en el relleno de superficies, terraplenes y zanjas. En el caso que la reutilización no sea posible, se depositarán en botaderos para materiales inertes, previa autorización de la autoridad competente.

2.3.2.6.3.2 Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios

Los residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios generados durante al etapa de construcción, serán depositados en contenedores estancos, provistos de tapa, los cuales serán ubicados en sectores delimitados para tal efecto, y posteriormente serán retirados por un servicio recolector contratado para ser llevados a depósito final en el relleno sanitario de Copiapó o al relleno sanitario de Caldera. La frecuencia de retiro de los residuos será aproximadamente de dos veces por semana.

2.3.2.6.3.3 Residuos industriales no peligrosos

Los residuos industriales no peligrosos, como por ejemplo: chatarras, gomas, partes y piezas de recambio de maquinaria, serán acopiados en faena en forma ordenada, en un sector delimitado e identificado para dicho fin.

Cuando sea posible se preferirá su venta a terceros o reciclaje. En caso que ello no sea posible, serán gestionados a través de una empresa local (Ej.: Amffal Ltda.) la cual deberá contar con un Patio de Salvataje autorizado por la Autoridad Sanitaria de Atacama para el manejo de residuos sólidos industriales.

Aquellos residuos que puedan ser reutilizados, serán trasladados en camiones tolva debidamente encarpados hasta el lugar de recepción de ellos para su posterior reutilización. La frecuencia de traslado de los residuos quedará condicionada por una parte a la generación de los mismos, dando especial énfasis a limitar el volumen de residuos acopiado, de manera que su presencia no represente un inconveniente para las faenas de construcción.

2.3.2.6.3.4 Residuos industriales peligrosos

Los residuos industriales peligrosos que sean generados durante la etapa de construcción del Acueducto y Concentraducto, tales como aceites, lubricantes, restos de solventes, etc., serán acopiados temporalmente al interior de la faena, en contenedores adecuados a la naturaleza del residuo a almacenar y dando especial énfasis en la

segregación de sustancias incompatibles. El almacenamiento temporal de estos residuos se realizará en Punta Totoralillo o en Cerro Negro Norte dando cumplimiento a la legislación correspondiente (DS 148/03 MINSAL), tanto en materia de rotulación, como en lo que respecta al manejo seguro en general.

Es decir, el sitio donde se almacenen residuos peligrosos tendrá las siguientes características:

- Contará con una base continua, impermeable y resistente en lo estructural y al eventual ataque químico de los residuos.
- Contará con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 m de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estará techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tendrá capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 s.f. 93
- Tendrá acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.

Estos contenedores serán dispuestos al interior de un recinto que garantice su seguridad y disponga de equipamiento contra incendios.

Se evaluará la alternativa de reutilización de residuos de aceites y lubricantes por parte de los proveedores de estos materiales o bien se remitirá preferentemente a empresas locales que cuenten con las autorizaciones vigentes para su reutilización o destino final, en caso de no existir capacidad local, se recurrirá a empresas de otras regiones para tal propósito. Este material podrá ser vendido o cedido, previa aceptación y cumplimiento de las exigencias mínimas para su almacenamiento y transporte.

En caso que estos materiales no puedan ser reutilizados, se exigirá a los contratistas que realicen una separación de los residuos de aceites y lubricantes en su origen y los almacenen en contenedores cerrados debidamente etiquetados, al interior de los recintos para manejo de residuos peligrosos, en Punta Totoralillo o Sector Cerro Negro Norte, que garanticen su seguridad y dispongan de equipamiento contra incendios.

Posteriormente, dichos contenedores serán trasladados al sitio de recepción para su reutilización y/o reciclaje o disposición final, según sea el caso.

El lugar seleccionado para su reutilización, reciclaje o disposición final, deberá contar con la infraestructura adecuada para el manejo y procesamiento de dichos residuos peligrosos y con la autorización correspondiente de la Autoridad Sanitaria correspondiente, para su funcionamiento.

En ambos casos, ya sea que estos residuos sean reutilizados o tratados, o bien dispuestos en sitios autorizados, CMP exigirá al contratista la entrega de los certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos, emitidos por la entidad proveedora, la empresa que los recibe, o el sitio de disposición final según sea el caso.

2.3.3 Sector Punta Totalillo

2.3.3.1 Antecedentes Generales

El puerto de embarque del mineral de hierro producido por el proyecto Hierro Atacama Fase II - Cerro Negro Norte será el mismo empleado para el proyecto de la Fase I: Puerto en Punta Totalillo.

Con tal propósito se realizarán algunas modificaciones menores en las instalaciones proyectadas y aprobadas para la Fase I. Estas modificaciones consisten en la construcción de una estación Terminal aledaña a la estación Terminal del Proyecto Fase I, la construcción de una estación de bombeo que permita recircular el agua hasta el sector de Cerro Negro Norte, una piscina de emergencia, la ampliación de la planta de filtrado y la ampliación del área de acopio de pellet feed para embarque.

A continuación se detallan las partes e instalaciones del puerto que serán ampliadas o construidas para el presente proyecto.

2.3.3.2 Modificaciones del proyecto

Las instalaciones que serán construidas o ampliadas a partir de las aprobadas para el proyecto Hierro Atacama Fase I, son las siguientes:

- Estación Terminal,
- Estación de Bombeo,

- Piscina de Emergencia,
- Planta de Filtrado,
- Cancha de Acopio (Almacenamiento de pellet feed)

2.3.3.2.1 Estación Terminal

La *Estación Terminal (TS1)*, también denominada *Estación Disipadora*, estará ubicada al término del trazado del concentraducto (km. 78,9) a 28,5 msnm. Tendrá una superficie aproximada de 1,1 hectáreas y recibirá el flujo transportado por el concentraducto, y lo conducirá al sistema de filtrado del puerto.

La Estación Terminal estará aledaña a la existente, construida para la Fase I del proyecto Hierro Atacama.

Las obras constructivas a desarrollar en ese sector consideran las siguientes actividades:

- Montaje de Estación Terminal TS1
- Montaje de toda la tubería, incluyendo válvulas, piezas especiales, líneas secundarias, líneas de drenaje y de emergencia
- Construcción y montaje de las obras civiles, hormigones y estructuras metálicas asociadas
- Montaje, conexión eléctrico y de instrumentación
- Construcción de la Piscina de emergencia
- Toda otra actividad relacionada con el montaje y puesta en marcha de la Estación Terminal TS1.

2.3.3.2.1.1 Bombas Centrifugas

Las bombas de carga del concentraducto serán del tipo centrifugas horizontales. El conjunto bomba, motor y acoplamiento serán suministrados con una base de acero que haga posible su montaje sin dañar la fundación.

Las bombas deberán ser construidas con material adecuado para las características de abrasión y corrosión del proceso.

La disposición de las bombas y su sistema de cañerías deberá considerar una holgura adecuada para mantenimiento y desmontaje de bombas y/o motores.

2.3.3.2.1.2 Bombas

Las bombas principales vendrán montadas sobre una sólida base de acero. Deberán ser apoyadas sobre fundaciones de hormigón independiente del piso del galpón donde se alojan.

Las bombas deberán ser construidas con material adecuado para las características de abrasión y corrosión de la pulpa de concentrado de hierro.

Toda la estación de bombas estará dentro de un galpón metálico techado para protegerla de las condiciones ambientales adversas. Dentro de este edificio y protegido por paredes laterales estarán también la sala eléctrica y de control.

Para evitar que estas bombas transmitan vibraciones a la estructura del edificio, a las cañerías, a las canaletas, a los propios equipos y al piso se considerará su montaje con aislación.

2.3.3.2.1.3 Agitadores

Las hélices y eje de los agitadores de los estanques serán de acero carbono revestido con goma natural para resistir a la abrasión producida por el concentrado de hierro.

Los reductores de engranajes deberán soportar sobretorques momentáneos de hasta tres (3) veces el sobretorque del motor.

Esta Estación Terminal contará con un sistema de control de variables operacionales del tipo: caudal, concentración en peso, densidad y temperatura del concentrado. Además se controlará el nivel de llenado del estanque de concentrado.

2.3.3.2.1.4 Piscina de Emergencia

La construcción de la piscina de emergencia se realizará sobre terreno natural, el cual será debidamente compactado, posteriormente se aplicará una capa de material granular fino (arena) y sobre éste se colocará una lámina de polietileno de alta densidad que impermeabilizará el terreno.

2.3.3.2.2 Planta de Filtrado

La planta de filtrado corresponde a la ampliación de un edificio existente y sólo se adicionarán las siguientes unidades:

- Estanques de operación y almacenamiento
- Baterías de filtros cerámicos (2 unidades adicionales a las existentes que son 3)
- Distribuidores o chutes de descarga de la pulpa a filtros
- Cajón de alimentación de harneros
- Harneros de limpieza y bombas de trasvasije al harnero
- Cajón alimentación de filtros
- 1 correa de descarga de filtros adicional a las existentes

La construcción de esta unidad implicará labores de preparación de terreno, excavación y hormigonado de las fundaciones, radieres y estructuras donde se montarán los filtros adicionales, incluyendo las bases de las correas transportadoras para trasladar el pellet feed desde este edificio hasta el apilador viajero y desde ahí a la plataforma de acopio.

2.3.3.2.3 *Canchas de Acopio de Pellet Feed*

A continuación de la planta de filtrado, en el lado poniente del área de puerto, adyacente a la actual cancha de acopio de Pellet Feed se ubicará una nueva Cancha de Acopio.

Esta pila, cuya capacidad será de aproximadamente 350.000 ton (adicionales a las 300.000 ton autorizadas) se ubicará adyacente, hacia el sur, a la pila de pellet feed construida durante el desarrollo de la primera fase del proyecto Hierro Atacama.

Este producto, pellet feed, será transportado desde la planta de filtrado hasta el carro apilador, desde donde será distribuido a lo largo de la nueva cancha de acopio.

La construcción de la plataforma donde se ubicará el acopio de mineral, considerará labores de corte y relleno, compactación del suelto al interior del perímetro del mismo. Posteriormente se realizará el relleno controlado y perfilado del terreno, mediante la utilización de maquinaria pesada, hasta lograr la cota de terminación de la plataforma.

Una vez alcanzado los niveles de relleno, definidos como subrasante se aplicará una capa de material granular compactada, del tipo base granular, la que conformará el fondo de la plataforma.

La construcción de la plataforma considera primero remover al interior del perímetro el material suelto, luego se procederá a perfilar el terreno mediante la utilización de maquinaria y eventualmente se procederá a la utilización de explosivos para la roca que debe ser rebajada, hasta lograr la cota de terminación de la plataforma.

2.3.3.2.4 *Estación de Bombeo*

Los trabajos a realizar en la nueva estación de bombeo consistirán en el diseño y montaje de toda la infraestructura y equipamiento asociado.

La construcción de las obras incluye entre otras, las siguientes actividades:

- Movimientos de tierra necesarios para la fundación de los equipos de bombeo, tuberías, equipos accesorios, canalizaciones subterráneas, soportes de tubería, edificio de la estación de bombas, malla de tierra, sala de control y eléctrica
- Obras civiles y estructuras correspondientes a lo indicado en el punto anterior, para todo el edificio para la sala de bombas y sus equipos accesorios
- Montaje de bombas, filtros, puente grúa
- Montaje y conexión de la tubería, válvulas, piezas especiales
- Montaje y conexión del equipamiento eléctrico asociado
- Montaje y conexión de la instrumentación asociada, incluyendo flujómetro.

Toda otra actividad, relacionada con el diseño, el montaje y la puesta en funcionamiento de la nueva estación de bombeo en este sector.

2.3.3.2.5 *Ampliación de Infraestructura de apoyo en Puerto*

Los requerimientos de servicios e insumos para la etapa de construcción de la ampliación de la planta de filtrado y la cancha de acopio serán los siguientes:

2.3.3.2.5.1 Agua y servicios higiénicos

Se utilizarán las instalaciones existentes del Puerto.

2.3.3.2.5.2 Electricidad

Preferentemente, el suministro eléctrico en la etapa de construcción será abastecido mediante conexión con las instalaciones del puerto existente. Alternativamente, se realizará mediante grupos generadores diesel, para abastecer los distintos

requerimientos de energía de las maquinarias a utilizar y la iluminación necesaria para la faena.

2.3.3.2.5.3 Abastecimiento de Combustible

El uso de combustible esta asociado al funcionamiento de los grupos generadores. De ser esta la opción seleccionada, se instalará un estanque de almacenamiento temporal el cual cumplirá las indicaciones de D.S. 90 y D.S. 379 del MINECON.

2.3.3.3 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Construcción en Sector Puerto

Durante la etapa de construcción del Sector Puerto, el proyecto generará los siguientes residuos, efluentes y/o emisiones:

- Emisiones a la atmósfera: Producto del transporte y movimiento de material.
- Ruido y vibraciones: Debido a las explosiones y a la utilización de maquinaria pesada.
- Luminosidad El proyecto generará emisión lumínica durante la noche.
- Residuos líquidos: aguas servidas del personal.
- Residuos sólidos:
 - i) Residuos de construcción.
 - j) Residuos sólidos asimilables a domésticos: papeles, restos de comida, etc.
 - k) Residuos sólidos industriales no peligrosos: piezas de repuesto y mantenimiento, residuos de construcción, etc.
 - l) Residuos sólidos industriales peligrosos: aceites, restos de pintura, envases de productos químicos, baterías, etc.,

A continuación se presenta la identificación y caracterización de cada uno de estos residuos, efluentes y/o emisiones.

2.3.3.3.1 Emisiones a la atmósfera

Las principales emisiones generadas durante esta etapa son las de material particulado, las cuales están relacionadas con el movimiento de tierra y tránsito de camiones. Estas

emisiones serán controladas mediante la humectación de los caminos y cumpliendo con las indicaciones contenidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

2.3.3.3.2 *Emisiones de Ruido*

Las emisiones de ruidos generados durante la etapa de construcción se encuentran asociados a maquinaria y vehículos pesados y se estimó que en los límites del área industrial el ruido fluctúa entre 37 y 55 dB(A). Considerando que los niveles de inmisión durante la operación de la Fase 1 fluctuaban entre 41 y 55 dB(A), se cumplirá con lo establecido por la normativa (línea de base mas 10 dB(A)).

2.3.3.3.3 *Residuos líquidos*

Los residuos líquidos que serán generados durante la etapa de construcción corresponderán a aguas de descarte (lechadas y otras) y a aguas servidas.

Las aguas de descarte serán manejadas en áreas confinadas de manera de impedir su escurrimiento no controlado. En caso de que se generen suelos afectados por estas lechadas, estos serán integrados a los rellenos o bases de pilas. En caso de que el suelo sea afectado por derrames de combustibles o aceites, estos serán enviados a Plantas de Cemento que estén autorizadas para integrarlos a sus materias primas.

Respecto de las aguas servidas, estas serán manejadas a través del uso de baños químicos, los que estarán dispuestos en los frentes de trabajo, dando cumplimiento en número, distanciamiento y características señaladas por el DS N°594/99 del MINSAL.

Respecto a la forma en la cual se efectuará el transporte de los residuos provenientes del uso de los baños químicos, se utilizará un camión limpia fosas o similar, el que será contratado a una empresa especializada en el rubro y debidamente autorizada por la autoridad competente. Se estima que la generación de residuos líquidos durante la etapa de construcción no superará los 5.000 m³ en total.

2.3.3.3.4 *Residuos Sólidos*

Los residuos sólidos que serán generados durante la etapa de construcción son los siguientes:

Tabla 2-21. Residuos Sólidos generados en la Etapa de Construcción en el Sector Puerto

Etapa	Residuos generados	Cantidad (ton/año)
Construcción	Residuos de construcción: Material no útil proveniente de excavaciones terrestres.	2.000 m ³
	Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios: Restos de embalaje, papeles, maderas, cartones, residuos orgánicos, etc.	92
	Residuos industriales no peligrosos: Excedentes metálicos o chatarra.	100
	Residuos industriales peligrosos: Tambores con pintura y lubricantes.	5

Como parte de las estrategias de manejo de residuos que serán implementadas durante esta etapa, se priorizará en lo posible la reutilización de aquellos materiales que tengan algún valor comercial o puedan ser aprovechados por contratistas o subcontratistas (maderas, cartones, despuntes o excedentes metálicos, chatarra, etc.). Al respecto el contratista dispondrá de varias alternativas para el destino final de los residuos, debiendo seleccionarlas de acuerdo a la factibilidad existente en la zona: reciclaje, reutilización y/o disposición final, según corresponda.

En los contratos de provisión de bienes, partes o piezas al proyecto, se privilegiará la devolución de los envases al proveedor.

2.3.3.3.5 Residuos de construcción

Se evaluará la reutilización de escombros, generados como consecuencia de las actividades constructivas, en el relleno de superficies y terraplenes. En el caso que la reutilización no sea posible, se depositarán en botaderos para materiales inertes, debidamente autorizados.

2.3.3.3.6 Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios

Los residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios generados durante al etapa de construcción del proyecto, serán depositados en contenedores estanco, provistos de tapa, los cuales serán ubicados en sectores delimitados para tal efecto, y posteriormente serán retirados por un servicio recolector contratado para ser llevados a depósito final en el

relleno sanitario manual de Caldera. La frecuencia mínima de retiro de los residuos será de dos veces por semana.

Se realizará la segregación de los residuos orgánicos provenientes del área de comedores, del resto de los residuos asimilables a domésticos, como papeles, maderas, cartones, etc.

El volumen de residuos domésticos, generados por el funcionamiento del comedor de los trabajadores será de hasta 250 kg/día, considerando una tasa de generación de 1 kg/hab/día y un contingente máximo de 250 trabajadores.

Dentro de su esquema de gestión de residuos, CMP ha contribuido al aumento de capacidad del Relleno Sanitario de Caldera, a través del apoyo a la construcción de un número apropiado de zanjas, que permitirán la disposición final simultánea de residuos domésticos y asimilables provenientes de la construcción del proyecto, y de la recolección municipal de Caldera. De la misma manera, CMP colabora con la regularización técnica del Relleno Sanitario.

2.3.3.3.7 Residuos industriales no peligrosos

Los residuos industriales no peligrosos, como por ejemplo: chatarras, gomas, partes y piezas, serán acopiados en faena en forma ordenada, en un sector delimitado e identificado para dicho fin.

Cuando sea posible se preferirá su venta a terceros o reciclaje. En caso que ello no sea posible, entonces serán llevados a disposición final, en botaderos de residuos industriales no peligrosos de la III Región, debidamente autorizados por la autoridad competente para tales propósitos.

Aquellos residuos que puedan ser reutilizados, serán trasladados en camiones tolva debidamente encarpados hasta el lugar de recepción de ellos para su posterior reutilización. La frecuencia de traslado de los residuos quedará condicionada por una parte a la generación de los mismos, dando especial énfasis a limitar el volumen de residuos acopiado, de manera que su presencia no represente un inconveniente para las faenas de construcción. Pero al mismo tiempo no permanezcan al interior de la faena por un período de tiempo prolongado.

2.3.3.3.8 *Residuos industriales peligrosos*

Los residuos industriales peligrosos que sean generados durante la etapa de construcción del proyecto, tales como lubricantes, restos de pintura, solventes, etc., serán acopiados temporalmente al interior de la faena, en contenedores adecuados a la naturaleza del residuo a almacenar y dando especial énfasis en la segregación de sustancias incompatibles. El almacenamiento temporal de estos residuos dará cumplimiento a la legislación correspondiente (DS 148/03 MINSAL), tanto en materia de rotulación, como en lo que respecta al manejo seguro en general.

Es decir, el sitio donde se almacenen residuos peligrosos tendrá las siguientes características:

- Contará con una base continua, impermeable y resistente en lo estructural y al eventual ataque químico de los residuos.
- Contará con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 m de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estará techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Minimizará la volatilización, el arrastre o la percolación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tendrá capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 s.f. 93
- Tendrá acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.

Estos contenedores serán dispuestos al interior de un recinto que garantice su seguridad y disponga de equipamiento contra incendios.

Se evaluará la alternativa de reutilización de residuos de aceites y lubricantes por parte de los proveedores de estos materiales o bien se remitirá preferentemente a empresas locales (Vecchiola S.A.) que cuenten con las autorizaciones vigentes para su reutilización o destino final, en caso de no existir capacidad local, se recurrirá a

empresas de otras regiones para tal propósito (Bravo Energy, Hidronor, etc.). Este material podrá ser vendido o cedido, previa aceptación y cumplimiento de las exigencias mínimas para su almacenamiento y transporte.

En caso que estos materiales no puedan ser reutilizados, se exigirá a los contratistas que realicen una separación de los residuos de aceites y lubricantes en su origen y los almacenen en contenedores cerrados debidamente etiquetados. A su vez estos deberán ser dispuestos al interior de recintos que garanticen su seguridad y dispongan de equipamiento contra incendios. Posteriormente, dichos contenedores serán trasladados al sitio de recepción para su reutilización y/o reciclaje o disposición final, según sea el caso.

El lugar seleccionado para su reutilización, reciclaje o disposición final, deberá contar con la infraestructura adecuada para el manejo y procesamiento de dichos residuos peligrosos y con la autorización correspondiente de la Autoridad Sanitaria respectiva, para su funcionamiento.

En ambos casos, ya sea que estos residuos sean reutilizados o tratados, o bien dispuestos en sitios autorizados, CMP exigirá al contratista la entrega de los certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos, emitidos por la entidad proveedora, la empresa recepcionadora o el sitio de disposición final según sea el caso.

Los residuos definidos como peligrosos (restos de pintura y otros), serán dispuestos en un área de la faena previamente establecida y demarcada, que contará con las medidas de seguridad apropiadas al tipo de residuo, y retirados para su disposición final por una empresa especializada, lo cual será exigido por CMP a las respectivas empresas contratistas, quienes deberán proveer dentro de la documentación de obras, los respectivos certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos.

2.4 PUESTA EN MARCHA DE LOS DUCTOS

Una vez finalizada la etapa de construcción, se realizará la puesta en marcha de todos los ductos que contempla el Proyecto CNN. Este procedimiento considera realizar el lavado interno de las tuberías y verificar mediante una prueba hidrostática el funcionamiento de los mismos.

2.4.1 Lavado de Ductos

Al término de la etapa de construcción del sector Acueducto/Concentraducto, se realizará un lavado interno de cada tubería con el fin de eliminar cualquier elemento

que posteriormente pudiera entorpecer el adecuado transporte del fluido (agua o pulpa de hierro) una vez que comience la operación de ellos.

El volumen estimado de agua requerido para esta actividad se estima en 50 m³/km. El principal contenido de estas aguas de lavado corresponderá a sólidos, por lo que serán depositadas en un estanque decantador provisto de un filtro o malla para retener los sólidos y posteriormente se le realizará un análisis de acuerdo a los parámetros señalados por la norma NCh 1.333/78 Calidad de Agua para diferentes Usos – Riego y una vez que se verifique el cumplimiento de los parámetros será utilizada para el humedecimiento de caminos.

Existirá un estanque en el sector de Cerro Negro Norte y otro en las instalaciones del Puerto.

2.4.2 Prueba Hidrostática de los Ductos

La Prueba hidrostática consistirá en llenar cada uno de los ductos con agua a una presión de 1,5 veces lo que será su presión máxima de operación. El agua se mantendrá en esas condiciones durante ocho horas, período en el cual, se medirá la presión máxima que se alcanza al interior de cada ducto.

El objetivo de la prueba hidrostática es procurar la seguridad máxima de la operación de los ductos, es por esto, que si las mediciones registran pérdidas ajenas a las condiciones normales de operación, deberán repararse y someterse a una nueva prueba con el objeto de verificar el correcto funcionamiento.

Una vez finalizada la prueba, se coleccionará el agua en la piscina de emergencia de la Estación Terminal, se realizará el análisis físico-químico del agua, y en caso de ser necesario ésta se tratará fraccionadamente en una cámara API para dar cumplimiento a la Norma NCh 1.333/78 y posteriormente se utilizará para el humedecimiento de caminos.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE OPERACIÓN

2.5.1 Sector Cerro Negro Norte

En el Sector Cerro Negro Norte se realizarán las actividades de explotación minera y procesamiento del mineral de hierro para la producción de pellet feed. El producto, será transportado a través de un concentrado hasta el puerto de embarque.

La siguiente tabla muestra un resumen de las instalaciones requeridas por cada actividad en este sector.

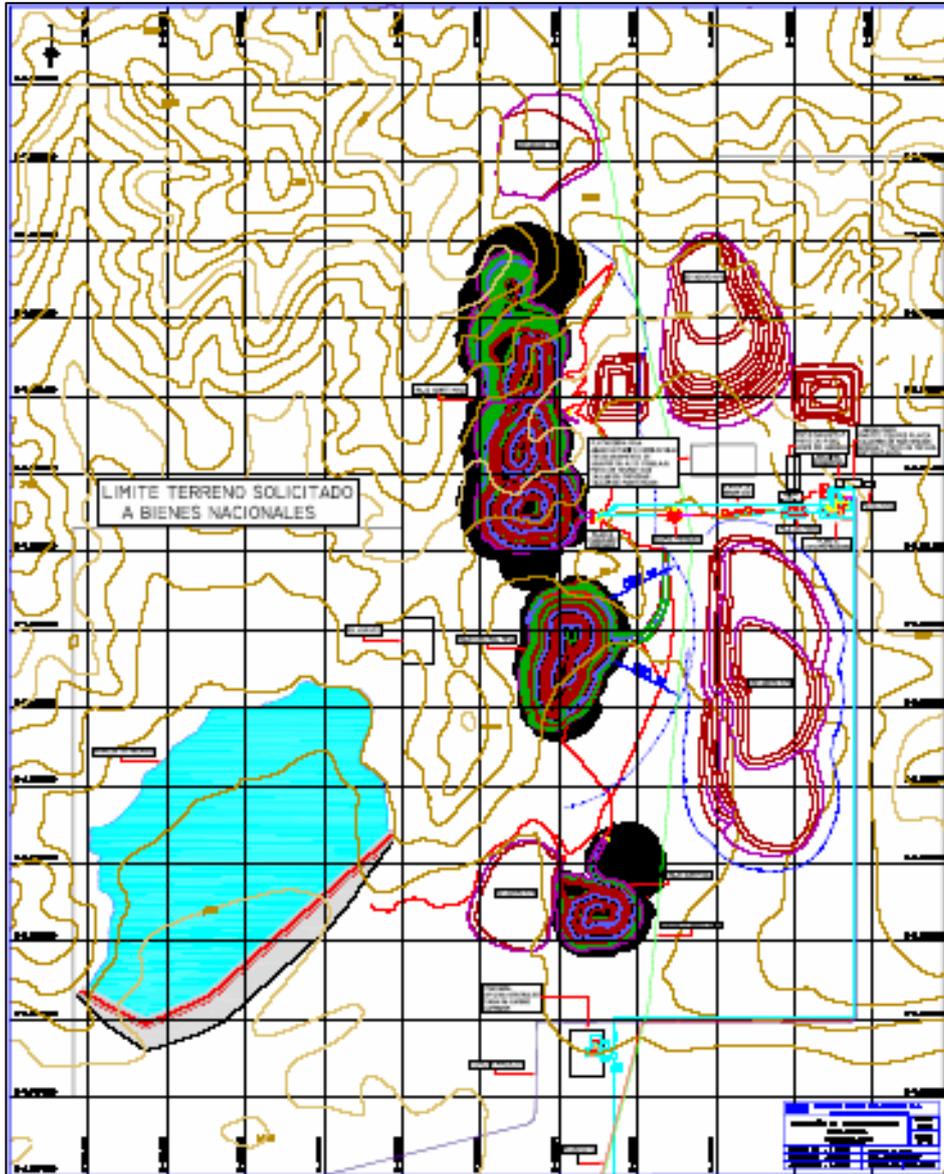
Tabla 2-22: Actividades e instalaciones en Sector Cerro Negro Norte

Actividades	Superficies/Instalaciones
Explotación de la mina	Rajo Norte (~ 2.060 m x ~ 920 m) Rajo Centro (~ 1.030 m x ~ 900 m) Rajo Sur (~ 600 m x ~ 700 m)
Manejo de explosivos	Planta de explosivos y polvorín
Botaderos de estéril	Botadero 1 (~890 x 885 m) Botadero 2 (~1.260 x 1.000 m) Botadero 3 (~2.290 x 1.020 m) Botadero 4 (~760 x 690 m)
Acopios de mineral	Acopio 1: 460 m de largo y 430 m de ancho. Acopio 2: 460 m de largo, y 470 m de ancho.
Chancado primario de Mineral	Chancador con una tolva de recepción del mineral extraído de la mina. Se ubica adyacente al sector suroriente del Rajo Norte.
Transporte de mineral chancado hasta acopio primario	Transporte en correa transportadora de 1,2 m de ancho, hasta acopio de 40.000 ton vivas de mineral chancado.

Actividades	Superficies/Instalaciones
Planta de Beneficio	Desde acopio de chancado primario, transporte en correa hasta harnero vibratorio, luego chancado secundario (chancador de cono), chancado terciario (molino de rodillo), y finalmente chancado cuaternario (molino de rodillo). Formación de acopio secundario.
Planta concentradora magnética	Se alimenta desde acopio secundario y considera cuatro procesos húmedos: Concentración magnética gruesa (rougher), molienda y clasificación, concentración magnética de terminación (finisher), flotación neumática y espesamiento de concentrado.
Alimentación concentrado	La alimentación al concentrado se realizará a través de bombeo desde estanques de almacenamiento de concentrado.
Espesamiento relaves	Espesadores de relaves y sistema de bombeo y conducción hacia embalse de relaves. Recirculación de agua de proceso a la planta.
Disposición de relaves espesados	Mediante tuberías, se bombearán los relaves espesados hasta el depósito Los Corralillos

La siguiente Figura muestra una vista en planta de las principales instalaciones que requerirá el proyecto. Se destacan los rajos, los botaderos de estéril, los acopios de mineral, el chancado primario, la planta de beneficio, la planta concentradora y el embalse de relaves espesados.

Figura 2-17: : Instalaciones principales del Sector Cerro Negro Norte



La siguiente Tabla muestra las superficies aproximadas que requerirá cada una de las instalaciones del Sector Cerro Norte.

Tabla 2-23: Superficies aproximadas a utilizar en Sector Cerro Norte

Sector	Superficie (ha)
Rajo de mina	Rajo Norte: 190 Rajo Centro: 91 Rajo Sur: 43
Botaderos de estériles	Botadero N°1: 80 Botadero N°2: 130 Botadero N°3: 235 Botadero N°4: 55
Acopios de mineral	Acopio 1: 20 Acopio 2: 21
Embalse de relaves	250
Área Instalaciones Industriales	42
Propiedad Superficial	3.084
Total Área Cerro Negro Norte	1.330

Las áreas definidas, son las que ocupan las instalaciones específicas mencionadas en la tabla anterior, se encuentran dentro de un polígono que alcanza 3.084 ha de propiedad superficial. El área de Instalaciones Industriales, de 42 ha, se desglosa como sigue:

Tabla 2-24: Superficies aproximadas a utilizar en Sector Cerro Norte

Instalación	Superficie (ha)
Chancador Primario	4
Correa Transportadora	4
Acopio Primario	1

Instalación	Superficie (ha)
Planta Beneficio	8
Acopio Secundario	4
Planta Concentradora	15
Talleres Bodegas, Laboratorios Oficinas	5,5
Estacionamientos	0,5
Total	~42

2.5.1.1 Yacimiento Minero

La explotación se realizará a través del método cielo abierto con bancos de 12,5 m de altura. Se ha definido la extracción del recurso en 5 expansiones que serán explotadas asegurando mineral a la vista en todo momento.

Para el diseño operativo de las fases se emplearon los criterios que se muestra en la siguiente tabla

Tabla 2-25: Geometría de rampas y expansiones

Ancho Rampa	30 m
Pendiente Rampa	8 %
Ancho Mínimo Expansión	50 m
Ancho Promedio Expansión	80 m

Estas dimensiones permiten la operación de equipos de gran tamaño.

Figura 2-18: Esquema ilustrativo de rampa de rajo Cerro Negro Norte

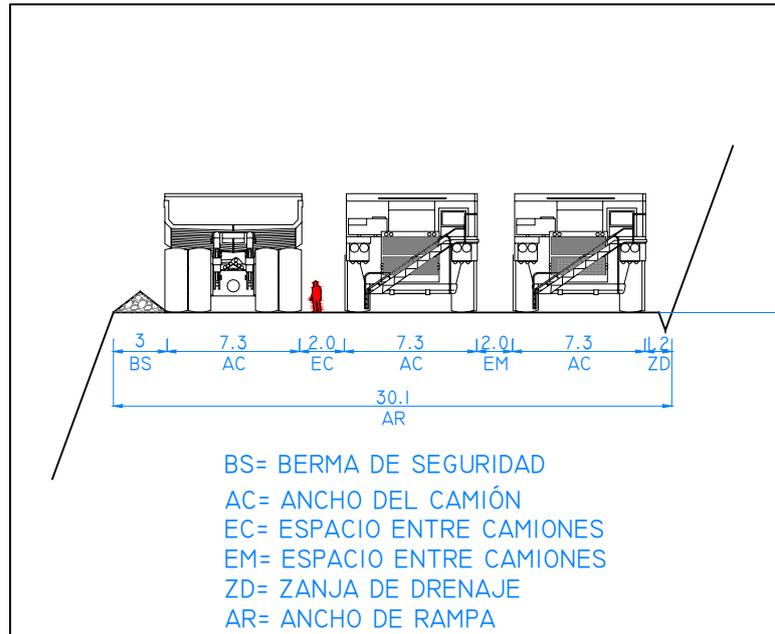
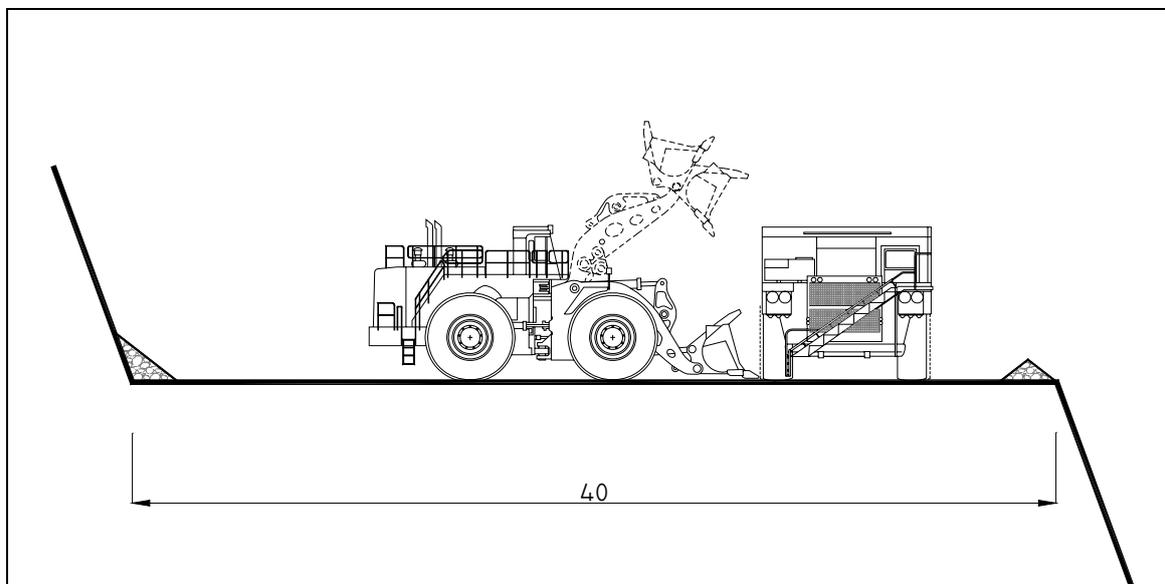


Figura 2-19. Esquema área de carguío



2.5.1.1.1 *Extracción del Mineral*

La extracción del mineral se realizará de manera continua, para lo cual se utilizarán 3 turnos de 8 horas.

Para la extracción del mineral se requerirá realizar tronaduras, las que serán efectuadas en horario diurno y preferentemente siempre a la misma hora, como medida de seguridad.

La cantidad de tronaduras que se realice durante la operación del rajo será la necesaria para cumplir con los programas diarios, semanales y mensuales de producción. Se estima que se requerirá una tronadura por día.

2.5.1.1.2 *Descripción del Proceso de Tronadura*

La tronadura es uno de los procesos de mayor relevancia en la extracción minera, y consiste en la fragmentación de la roca, ya sea mineral o estéril, mediante el uso de explosivos. La tronadura corresponde a la primera actividad en el proceso de selección de mineral, por lo que su calidad determina, en gran medida, el éxito en las etapas posteriores de carguío, transporte y molienda del mineral.

Los criterios de diseño de las tronaduras privilegiarán la fragmentación de los frentes de mineral. Dado que se operará con cargador frontal se deberá lograr una granulometría y altura de pila adecuada.

Simulaciones realizadas para el diámetro de perforación seleccionado permitieron definir las mallas de perforación para estéril y mineral. Los antecedentes que se obtengan durante la primera etapa de operación permitirán realizar las optimizaciones a estas estimaciones.

La operación de las tronaduras, al igual que en otras faenas mineras de CMP, será realizada por una empresa especialista en esta materia y con personal especializado y autorizado.³

³ Esta empresa también gestionará los permisos para el abastecimiento de materias primas y explosivos. CMP exigirá que el contratista cuente con todos los permisos legales requeridos.

2.5.1.1.3 Plan de Explotación

Se ha definido la extracción de las reservas de hierro en un horizonte de 20 años, período durante el cual, se acopiará los recursos que serán procesados al final del período de extracción mina.

Se ha definido 5 expansiones de explotación, que serán desarrolladas asegurando mineral a la vista en todo momento. El mineral extraído será enviado directamente a chancado, mientras que el estéril, será depositado en los desmontes respectivos.

La tabla adjunta muestra el plan de movimientos mina anual en CNN.

Tabla 2-26. Plan de Movimiento de Materiales (Miles de toneladas)

Año	Mineral			Estéril	Adicional	Doble Carguío	Total	REM	PP-2	Total
	Macizo	Brecha	Guía							
PP-1	400	806	1.891	26.903	2.000	0	32.000	8,7	0	32.000
1	1.456	2.178	5.232	21.133	2.000	0	32.000	2,4	0	32.000
2	1.245	1.729	5.156	21.870	2.000	0	32.000	2,7	0	32.000
3	1.046	1.861	5.360	21.733	2.000	0	32.000	5,5	24.030	56.030
4	2.727	500	4.386	22.387	2.000	0	32.000	4,4	11.033	43.033
5	518	444	9.048	20.562	2.000	0	32.572	2,1	0	32.572
6	269	1.408	8.138	20.185	2.000	0	32.000	2,1	0	32.000
7	146	887	8.997	19.970	2.000	0	32.000	2,0	0	32.000
8	294	675	8.526	20.504	2.000	0	32.000	2,2	0	32.000
9	341	1.211	7.944	20.503	2.000	0	32.000	2,2	0	32.000
10	166	850	8.629	19.986	2.000	0	31.631	2,1	0	31.631
11	38	662	8.936	17.365	2.000	0	29.000	1,8	0	29.000
12	127	635	8.178	18.060	2.000	0	29.000	2,0	0	29.000
13	208	579	8.365	17.848	2.000	0	29.000	2,0	0	29.000
14	984	1.097	7.109	17.809	2.000	0	29.000	1,9	0	29.000
15	1.535	393	6.672	14.375	1.500	0	24.475	1,7	0	24.475
16	1.242	794	6.851	9.624	1.500	0	20.011	1,1	0	20.011
17	122	713	9.388	9.211	1.500	0	20.934	0,9	0	20.934
18	18	28	620	120	200	3.097	4.083	0,2	0	4.083
Total	12.883	17.449	129.428	340.150	34.700	3.097	537.706	2,3	35.063	572.769

2.5.1.1.4 Consumos de explosivos

Los consumos anuales de explosivos para el plan minero definido se indican a continuación, Tabla 2-27.

Tabla 2-27: Estimación del consumo de explosivos

Año	Mineral (MM ton)	Estéril (kton)	Material a Tronar (kton)	Consumo Explosivo (t)
PP	3.097	26.903	32.000	6.130
1	8.866	21.133	31.999	6.130
2	8.130	21.870	32.000	6.130
3	8.267	21.733	32.000	6.130
4	7.613	22.387	32.000	6.130
5	10.010	20.562	32.572	6.240
6	9.815	20.185	32.000	6.130
7	10.030	19.970	32.000	6.130
8	9.495	20.504	31.999	6.130
9	9.496	20.503	31.999	6.130
10	9.645	19.986	31.631	6.059
11	9.636	17.365	29.001	5.556
12	8.940	18.060	29.000	5.555
13	9.152	17.848	29.000	5.555
14	9.190	17.809	28.999	5.555
15	8.600	14.375	24.475	4.688
16	8.887	9.624	20.011	3.833
17	10.223	9.211	20.934	4.010
18	666	120	986	189
Total	159.760	340.150	534.610	102.411

2.5.1.1.5 Maquinaria requerida en Proceso de Explotación

La flota de maquinaria considerada para la explotación será variable. Se considera que la maquinaria se incorpore de manera paulatina de acuerdo a las necesidades del proyecto.

No obstante, el cuadro adjunto muestra el equipamiento necesario para el desarrollo de las operaciones mineras.

Tabla 2-28: Equipamiento minero a utilizar en la Etapa de Operación

EQUIPAMIENTO MINERO	
Equipos	Cantidad
Perforación	
Perforadora Primaria 10 5/8"	2
Carguío	
Cargador Frontal 21 yd ³	2
Cargador Frontal 18 yd ³	1
Transporte	
Camiones 240 ton – PP	8
Camiones 240 ton – años 1-10	9
Camiones 240 ton – años 11-19	9
Desarrollo	
Tractor Oruga	3
Tractor Neumático	2
Motoniveladora	1
Equipos de Apoyo	
Camión Aljibe	2
Camión de servicio	3

2.5.1.1.5.1 Carguío

El carguío del mineral se realizará con un cargador frontal de 18 yd³ de capacidad de balde, para el carguío de estéril, se utilizará tres cargadores de 24 yd³. Todos ellos deberán tener el alcance suficiente para la operación en combinación con camiones de 240 ton.

2.5.1.1.5.2 Transporte

El transporte de materiales se efectuará con 10 camiones de tipo 240 ton.

2.5.1.1.5.3 Equipos de Desarrollo y Apoyo

Forman parte de este grupo los tractores sobre orugas, tractores sobre neumáticos, motoniveladora y camiones de riego.

Los tractores sobre oruga prestarán el apoyo requerido de limpieza en los frentes de carguío y desmontes, además de la construcción de plataformas y caminos.

Los tractores sobre neumáticos y motoniveladora, se utilizarán principalmente en la limpieza y mantenimiento de caminos.

Los camiones de riego tendrán la finalidad de mantener controlada la emisión de polvo vinculada al tráfico de vehículos, y además proveerá de agua a las maquinas perforadoras.

2.5.1.2 Botaderos de Estériles

Las ubicaciones de los botaderos fueron seleccionadas por su proximidad al rajo, su capacidad de almacenamiento y basándose en los resultados del estudio de las anomalías magnéticas en los sectores considerados.

A partir de estos antecedentes, se definieron cuatro sectores para la ubicación de botaderos: Norte, Noreste, Sur y Sureste. La estrategia de vaciado por período, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-29: Vaciado de Materiales Estériles a Botaderos (en miles de toneladas)

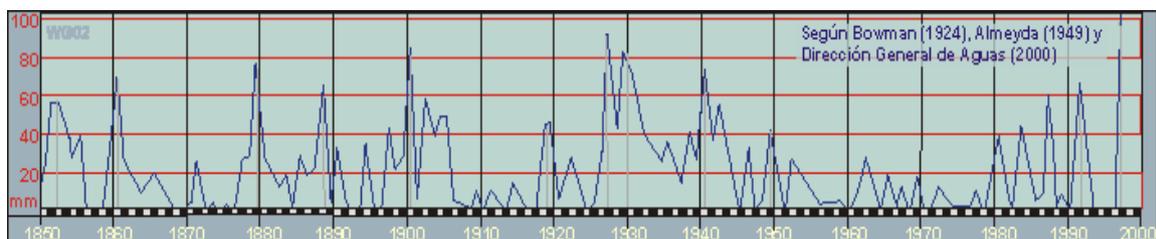
Año	Sur Este	Norte Este	Sur	Norte	Total
PP	6.383	14.305			20.688
AÑO 1	3.432	12.514			15.947
AÑO 2	16.109	1.493			17.602
AÑO 3	40.413				40.413
AÑO 4	24.326	3.701			28.028
AÑO 5	8.819	7.213			16.031
AÑO 6-10	41.756	19.286		16.682	77.724
AÑO 11-14	10.768	28.369	7.957	5.284	52.378
AÑO 15-18	3.085	14.302	6.792		24.179
Total	155.091	101.183	14.749	21.966	292.989

Debido a las particularidades climáticas del área del proyecto, a las características del estéril y a la experiencia histórica de minería de hierro en el área, se considera que no se producirán lixiviados en los botaderos de estéril. Los resultados de Test ABA y TCLP del estéril se presentan en el Anexo 2.4.

Las precipitaciones, como en todo el desierto de Atacama, son muy escasas, se producen casi exclusivamente en la época invernal. Se produce alternancia de periodos de sequía y de abundancia de precipitaciones. Se destaca recientemente el año 1997 en el cual cayeron en la zona más de 140 mm, y el año 2005, en que fuertes nevazones casi alcanzan la ciudad de Copiapó.

A modo ilustrativo en la siguiente figura se muestra un registro histórico de precipitaciones medias anuales de la ciudad de Copiapó.

Figura 2-20. Precipitaciones entre 1850 y 1997 en Copiapó



Basados en estudios hidrológicos para localidades cercanas a las áreas del proyecto, se estiman los caudales máximos esperados para diferentes periodos de retorno. La tabla a continuación indica los valores de caudales máximos y volumen de crecida máximos

esperados para distintos períodos de retorno, en la cuenca aportante al área del proyecto.

Tabla 2-30: Caudales máximos estimados

Período Retorno T (años)	P^T₂₄ (mm)	Caudal Máximo m³/s	Volumen Crecida (miles de m³)
2	15	3,3	35
10	30	7,6	169
50	51	14,7	419
100	60	18,7	537
1.000	91	33,6	962
10.000	121	52,8	1.390

Fuente: Arcadis

2.5.1.3 *Acopios de mineral*

Las ubicaciones de los acopios de mineral, fueron seleccionadas considerando su accesibilidad futura y la capacidad de almacenamiento en los sectores considerados.

A partir de estos antecedentes, se definieron dos sectores para la ubicación de los Acopios . La estrategia de vaciado por período, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2-31: Vaciado de Minerales en los acopios (en miles de toneladas)

Año	Acopio-1	Acopio-2
PP	57,3	2.181,3
Año 1	423,9	786,1
Año 2	241,3	49,9
Año 3	468,6	905,1
Año 4	410,9	1.004,8
Año 5	371,7	182,3
Año 6-10	2.030,3	1.512,7
Año 11-14	1.746,2	1.052,7
Año 15-18	1.132,5	65,9
Total	6.882,8	7.740,8

2.5.1.4 Chancado Primario

El mineral extraído será transportado en camiones hasta la unidad de *chancado primario*, que se ubicará en el extremo Sur del Rajo Norte donde el mineral será chancado mediante un chancador giratorio de 42" – 65". El mineral será descargado directamente desde los camiones a un buzón de recepción. Este buzón descargará en alimentador de correa que alimentará la Pila de Acopio Primario, cuya capacidad será de 40.000 ton vivas. El área contará con sistema de supresión de polvo mediante aspersión de agua y captación de polvo.

2.5.1.5 Planta de Beneficio

Aquí se realizarán tres procesos de reducción y clasificación de tamaño, hasta llegar a un tamaño de partícula bajo los 3 mm (100% del material).

El mineral acopiado (procedente del chancado primario) será descargado mediante alimentadores a una transportadora de correa que alimentará 2 harneros vibratorios (2,4x6,1 m, WxL), que también operarán en circuito abierto. El sobre tamaño del mineral harneado será enviado al proceso de *chancado secundario* consistente en un chancador de cono MP800 (800 HP), mientras que el bajo tamaño del material harneado más el producto del chancador secundario serán enviados en una transportadora de correa

hasta una tolva de traspaso, donde ingresarán al proceso de *conminución terciario* consistente en una prensa de rodillos.

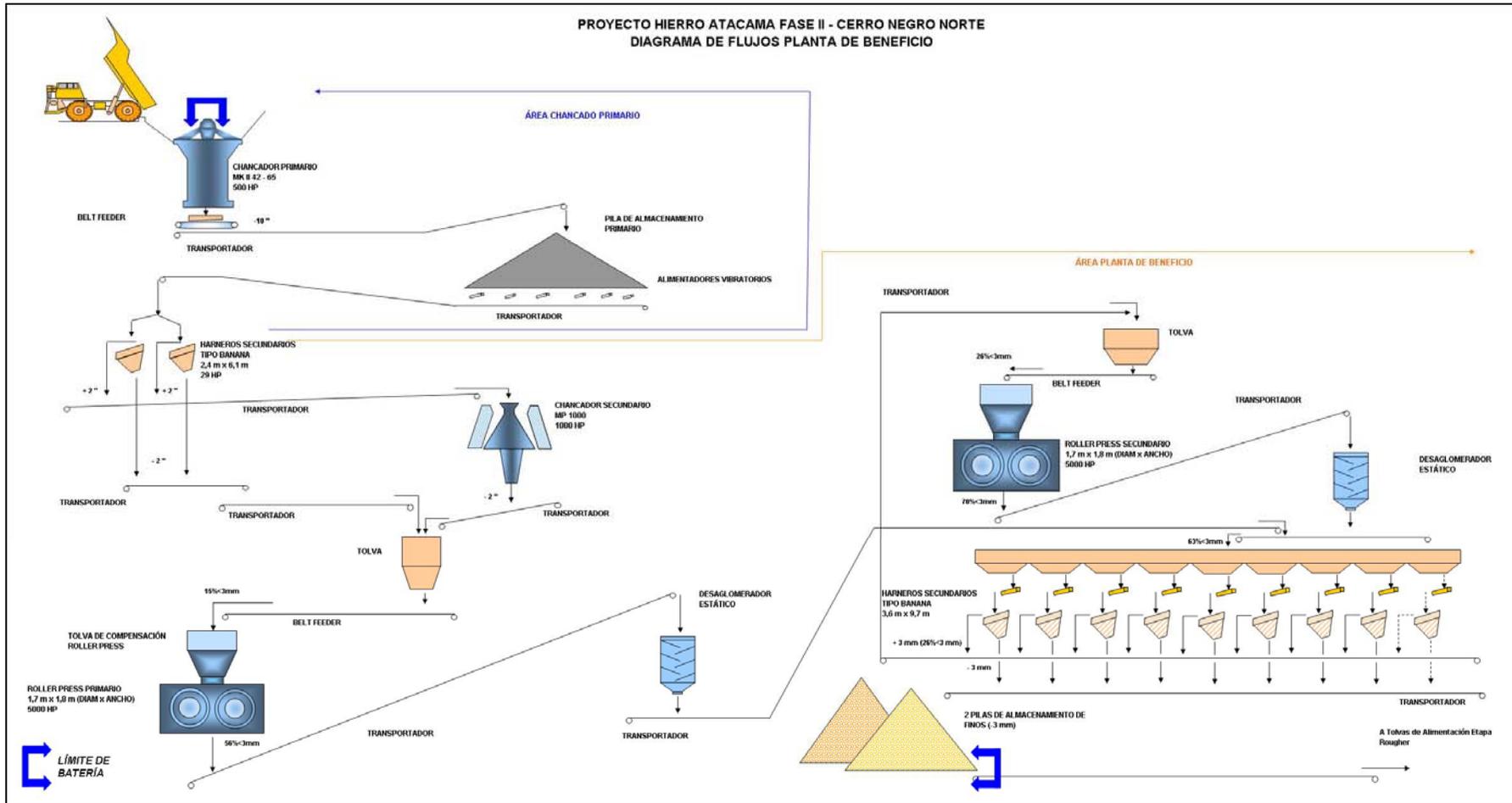
El producto de la prensa se enviará a *desaglomeradores estáticos*, mediante transportadoras de correas. Posteriormente, el producto desaglomerado ingresará a una tolva de almacenamiento, desde donde se alimentará a una segunda prensa de rodillos, correspondiente al proceso de *chancado cuaternario*. El traspaso se realizará a través de un alimentador de correa con velocidad variable.

La descarga de esta prensa de rodillos pasará por medio de una correa a desaglomeradores del mismo tipo anterior, alimentándose luego a 10 harneros vibratorios tipo Banana (2,4 x 8,3 m, W x L), donde el sobre tamaño de esta clasificación retornará como carga circulante al molino de rodillos (chancado cuaternario), mientras el bajo tamaño (100 % -3 mm), será almacenado en el acopio secundario de 120.000 ton. El área contará con sistema de supresión de polvo mediante aspersion de agua, captación de polvo y barreras cortaviento.

Este mineral con granulometría 100 % -3 mm será posteriormente ingresado a la planta concentradora para su concentración magnética en húmedo.

La siguiente figura muestra un diagrama de bloques del proceso de chancado de la planta de beneficio.

Figura 2-21: Diagrama de flujo de la Planta de Beneficio



2.5.1.6 Planta Concentradora

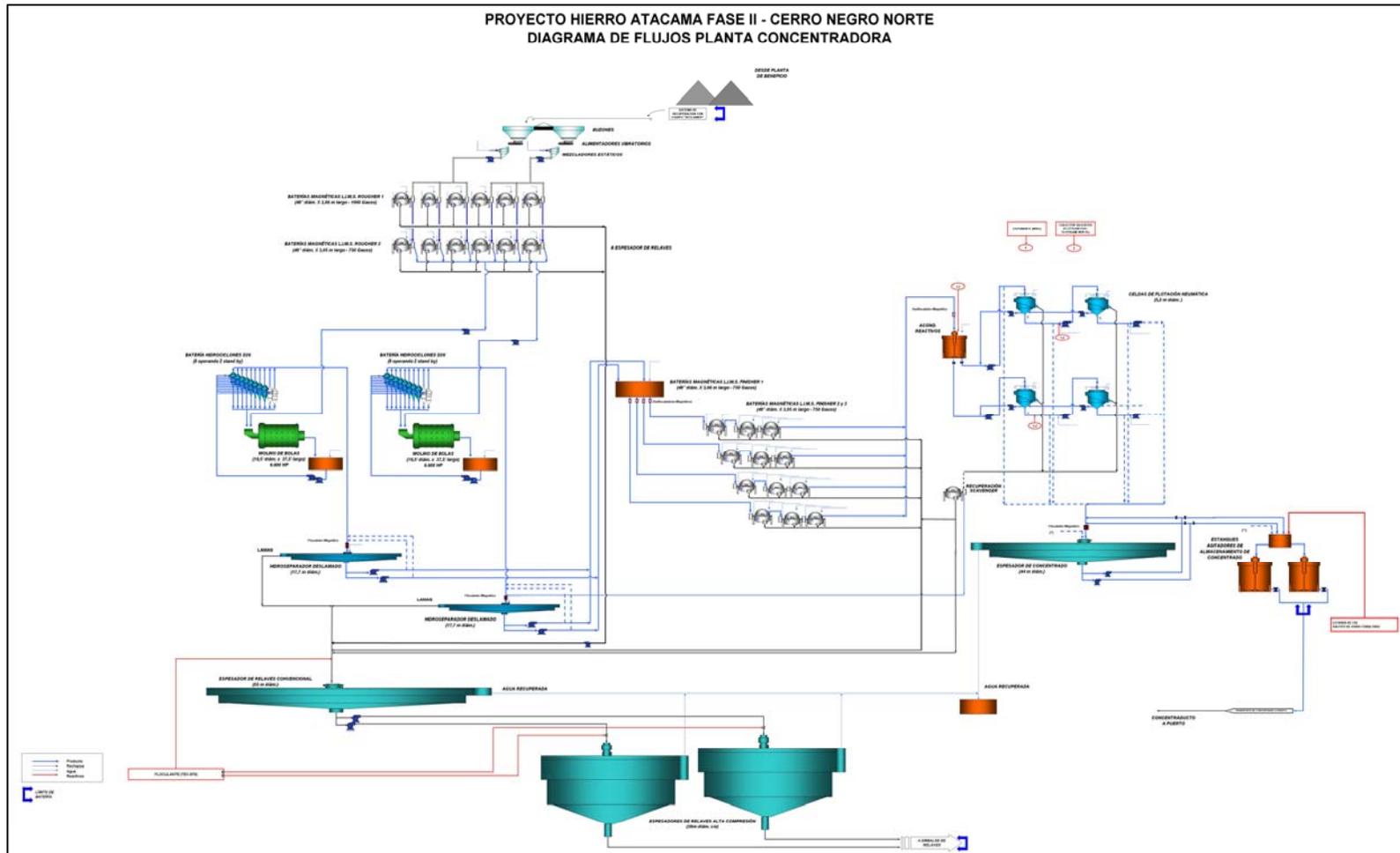
A la planta concentradora (magnética) ingresará el mineral fino proveniente del acopio secundario, cuya granulometría será inferior a los 3 mm.

Para obtener el concentrado de hierro, se someterá al mineral a cuatro procesos de concentración:

1. Concentración Magnética Gruesa (Rougher)
2. Molienda y Clasificación
3. Concentración Magnética de Terminación (Finisher)
4. Flotación Neumática y adecuación del Concentrado para su transporte.

La siguiente figura muestra un diagrama de bloques de la planta concentradora.

Figura 2-22: Diagrama de flujo de la Planta Concentradora



2.5.1.6.1 *Concentración Magnética Gruesa (Rougher)*

El proceso de concentración magnética gruesa (rougher) se realizará en húmedo, en dos líneas paralelas de dos etapas que operarán en serie:

- La primera etapa estará compuesta por seis tambores magnéticos, de 48" Ø x 3,66 m L y con 1000 Gauss.
- La segunda etapa estará compuesta igualmente por seis tambores magnéticos, de 48" Ø x 2,44 m L y con 750 Gauss.

El paso siguiente consistirá en la molienda y clasificación. Los relaves generados en esta etapa serán enviados a un espesador de relaves.

2.5.1.6.2 *Molienda y Clasificación*

El concentrado de la etapa de concentración gruesa será alimentado a dos circuitos de molienda clasificación, iguales, independientes y paralelos. Cada uno de estos circuitos constará de 1 molino de Bolas (16,5' Ø x 37,5' L y 6600 HP) y 10 hidrociclones (26" de diámetro) con el objetivo de obtener un grado de molienda de 80 % de producto bajo la malla 325 Tyler. El producto de cada circuito molienda-clasificación será enviado a 2 hidroseparadores paralelos (16,7 m de diámetro y 5,2 Hp) que eliminarán las impurezas ultrafinas. Los sobreflujos de los hidroseparadores serán enviados directamente a la canaleta de alimentación del espesador de relaves.

2.5.1.6.3 *Concentración Magnética de Terminación (Finisher)*

El bajoflujo proveniente de los hidroseparadores de la etapa de molienda y concentración, será alimentado a la etapa de *Concentración Magnética de Terminación*, que constará de 4 líneas de concentración provistas cada una de 1 tambor de 48" Ø x 3,66 m L y 2 tambores de 48" Ø x 3,05 m L y 750 Gauss. Los relaves de las baterías magnéticas serán enviados directamente a la canaleta de alimentación del espesador de relaves. El concentrado magnético obtenido, será procesado en una planta de flotación neumática inversa.

2.5.1.6.4 Flotación Neumática y Espesamiento del Concentrado.

El concentrado magnético obtenido de la concentración magnética fina será procesado en una planta de flotación inversa y posteriormente será enviado a la unidad espesadora. La etapa de flotación inversa consistirá en 2 líneas paralelas de 2 etapas cada una destinadas a la eliminación de impurezas (silicatos).

Se dispondrá de un estanque acondicionador para los reactivos de la flotación de los silicatos, donde se inyectará agua y reactivos, los que variarán según los requerimientos metalúrgicos. La pulpa acondicionada se alimentará al proceso de flotación inversa destinado a flotar las impurezas junto a la espuma, mientras por la base de la celda se obtendrá concentrado de hierro magnético. Las impurezas serán colectadas, y enviadas al espesamiento de relaves.

El concentrado de hierro será alimentado a un espesador de concentrado de 44 m de diámetro. El agua presente en el sobreflujo será recuperada y recirculada al proceso.

El concentrado de hierro final será posteriormente descargado por el bajoflujo y alimentado a los agitadores, que a su vez alimentarán el concentrado que lo transportará hasta el puerto de embarque.

En el puerto, el concentrado será recibido y almacenado en estanques agitadores para luego ser filtrado (2 Filtros Cerámicos CC144). El concentrado filtrado (pellet feed) será apilado para finalmente ser embarcado.

El agua extraída en el proceso de filtrado será tratada y retornada a la planta concentradora para ser utilizada nuevamente en el proceso productivo.

A continuación se presentan las características de los reactivos a utilizar y el procedimiento de manejo y almacenamiento. Las fichas técnicas y hojas de seguridad de los reactivos a utilizar se pueden ver en el Anexo 2.5.

Tabla 2-32. Reactivos que se utilizarán en Planta Concentradora

Reactivo	Composición	Función	Concentración	Dosis
MIBC	Metil Isobutil Carbinol (Mezcla de alcoholes)	Espumante	100% p/p	30 g/t
Aminas	Eter Diamina alifática, parcialmente neutralizado con ácido	Colector de Silicatos	20% p/p	200 g/t

Reactivo	Composición	Función	Concentración	Dosis
	acético.			
Cal (óxido de Calcio)	CaO	Modificador de pH	10% p/p	300 g/t
Sulfito de sodio	Na ₂ SO ₃	Captador de oxígeno	10% p/p	55 g/t
TEC – 670	Polímero Aniónico	Floculante	0,01% p/p	20 a 30 g/t

Tabla 2-33. Cantidades estimadas de Reactivos que se utilizarán en Planta Concentradora

Reactivo	Consumo Diario	Cantidad a Recepcionar	Frecuencia de Suministro
MIBC	520 l	1 camión de 15 m ³	1/mes
Aminas	3.050 l	480 tambores de 200 l	1/mes
Cal (óxido de Calcio)	4.250 Kg	135 maxi sacos de 1.000 Kg	1/mes
Sulfito de sodio	780 Kg	490 sacos de 50 Kg	1/mes
TEC – 670	480 Kg	20 maxi sacos de 750 Kg	1/mes

2.5.1.6.4.1 Planta de Reactivos: Recepción, Preparación y Adición de los Reactivos

1. MIBC:

Su estado natural es líquido, siendo suministrado a granel en camiones aljibes de 15 m³. Será descargado directamente a un estanque de recepción y almacenamiento del reactivo. Finalmente, la solución es alimentada mediante bombas a los distintos puntos de adición en la planta de flotación.

Este estanque de recepción tendrá una capacidad de 18 m³ y estará íntegramente contenido dentro de un pretil de hormigón armado que permite contener hasta 110% de su capacidad.

El área de estacionamiento del camión estará totalmente pavimentada y rodeada de una canaleta de hormigón cubierta con reja metálica. En caso de generarse una contingencia durante el proceso de descarga, las pendientes de diseño del radier de estacionamiento conducirán el eventual derrame quedando éste completamente contenido en la canaleta. Esta canaleta estará conectada a una cámara receptora desde la cual será posteriormente bombeado al estanque de recepción

2. Aminas (generalmente Lilafлот D 817 M):

Su estado natural es líquido, siendo recibido en tambores metálicos de 200 litros, en donde se mantienen para su almacenaje. Cada tambor es vaciado directamente en el estanque de recepción siendo diluido al 10% p/p. Desde aquí, es traspasado mediante bombeo al estanque de consumo. Cada uno de estos dos estanques, debe contar con un sistema de agitación suave para el mezclado. Finalmente, mediante bombas, es adicionado a la planta de flotación.

Los estanques de recepción y consumo tendrán una capacidad de 35 m³ y 45 m³ respectivamente y estarán íntegramente contenidos dentro de un pretil que permite contener hasta 110% de su capacidad.

El área donde se realizará el vaciado del tambor estará totalmente pavimentada y rodeada de una canaleta de hormigón cubierta con reja metálica. En caso de generarse una contingencia durante el proceso de descarga, las pendientes de diseño del radier de estacionamiento conducirán el eventual derrame quedando éste completamente contenido en la canaleta. Esta canaleta estará conectada a una cámara receptora desde la cual será posteriormente bombeado al estanque de recepción

3. Cal:

La cal se presenta en estado sólido (polvo), en maxi sacos de 1000 kg, con lo cual se mantiene almacenada. Es alimentada a un estanque de preparación en donde es mezclada con agua formándose una lechada de cal (10% p/p), para luego ser traspasada por bombas a un estanque de consumo y desde aquí bombeada a planta.

Los estanques de preparación y consumo tendrán una capacidad de 26 m³ y 34 m³ respectivamente y se encontrarán contenidos dentro de un pretil que permita contener hasta 110% de su capacidad.

4. Sulfito de Sodio:

El sulfito de sodio se presenta en forma de polvo y es suministrado en bolsas de 50 kg. Éste es mezclado con agua, en un estanque de preparación, hasta lograr una concentración del 10% p/p; desde aquí es bombeado a un estanque de consumo desde donde es alimentado a la Planta mediante bomba.

Los estanques de recepción y preparación tendrán una capacidad de 9 m³ y 12 m³ respectivamente y se encontrarán contenidos dentro de un pretil que permita contener hasta 110% de su capacidad.

5. TEC-670:

El aspecto físico de este floculante es polvo y se encuentra disponible en sacos de 25 kg y maxi sacos de 750 kg. El contenido será vaciado directamente en un estanque de preparación para alcanzar una concentración de 0,3% p/p; luego, mediante bombeo es traspasado a un estanque de consumo, siendo nuevamente diluido al 0,1% p/p. Finalmente es bombeado a la Planta Concentradora.

Los Estanques de preparación y consumo tendrán una capacidad de 95 m³ y 124 m³ respectivamente y se encontrarán contenidos dentro de un pretil de hormigón armado que permita contener hasta 110% de su capacidad.

La información sobre la peligrosidad de los productos químicos, ya sean sustancias o preparados (mezcla de dos o más sustancias), es imprescindible para conocer el riesgo que su manipulación presenta y en consecuencia adoptar las medidas de protección de la salud y del medio ambiente que corresponden. Por este motivo, las fichas de datos de seguridad de los productos químicos constituyen una herramienta fundamental para la información no solamente acerca de la peligrosidad de los productos, sino además para planificar correctamente aspectos tales como la manipulación de los mismos, gestión de residuos y primeros auxilios en caso de emergencias.

En la preparación de los reactivos para su posterior utilización en el proceso productivo, se verificará la correcta implementación de todas las medidas de seguridad recomendadas por los fabricantes, para proteger la salud y la integridad de las personas y de las instalaciones.

En la manipulación de los reactivos se exigirá el uso de implementos de seguridad tales como mascarillas individuales, las cuales contendrán material adsorbente adecuado al tipo de sustancia que se va a manipular y filtros adecuados al tamaño mínimo de partícula del reactivo; junto a guantes, antiparras y vestimenta adecuada.

2.5.1.7 Embalse de relaves espesados

Los relaves se dispondrán en un *Embalse de Relaves Espesados*. Este sistema de disposición presenta características positivas desde el punto de vista ambiental entre las que destacan:

1. Bajo consumo de recurso hídrico
2. Infiltración baja o nula hacia capas inferiores del suelo
3. Baja emisión de material particulado.
4. Alta estabilidad física tanto durante la vida útil de la estructura como post-cierre.

Los relaves del proyecto Cerro Negro Norte serán espesados mediante espesadores de alta densidad y bombeados hacia las tuberías de distribución. El embalse de relaves contará con un muro de cierre de cuenca construido con material estéril granular, con la cara de aguas arriba impermeabilizada con una geomembrana de HDPE.

Luego de la depositación, el relave comenzará a disminuir su humedad y dejará de comportarse como un fluido.

Tabla 2-34: Criterios de Diseño de Embalse de Relaves Espesados

Característica	Valores estimados
Producción relaves	5,5 MM ton/año
Capacidad requerida del depósito	110 MM ton
Peso específico de los sólidos	Rango de 2,2 a 2,6 t/m ³ . Para el diseño, se considera un peso específico medio de 2,4 t/m ³ .
Concentración en peso de relaves a la salida de la planta	~ 50 %
Granulometría del relave	79% bajo #200
Pendiente media de depositación de relaves	1,5 – 2,5%

Característica	Valores estimados
Densidad seca de depositación de relaves	1,35 t/m ³
Revancha final del muro que permita almacenar arrastre y crecidas eventuales	6 m
Nota: La geometría de los muros se detalla más adelante	

La siguiente figura muestra la vista en planta del embalse de relaves espesados.

Figura 2-23: Vista en planta del Embalse de relaves Espesados



2.5.1.7.1 *Espesamiento de Relaves*

El objetivo del espesamiento de relaves es aumentar la concentración de ellos, maximizando de esta forma la recirculación de agua para el proceso.

De acuerdo a las recomendaciones de Outotec se consideró una alimentación de floculante de 15 grs/t, considerando la producción se obtuvo un total de 107.000 kg/año.

En la siguiente tabla, se presenta la granulometría final del relave una vez espesado.

Tabla 2-35 Granulometría Final del Relave

Malla Tyler	Tamaño	Distribución Granulométricas de Colas
	(mm)	Compósito
6	3,330	99,91
8	2,360	99,74
10	1,700	99,52
14	1,180	98,35
20	0,850	96,00
28	0,600	94,01
35	0,425	92,66
48	0,300	90,68
65	0,212	88,66
100	0,150	86,25
150	0,106	83,21
200	0,075	79,18
270	0,053	73,31
325	0,045	69,95

2.5.1.7.2 *Disposición de Relaves Espesado*

Los espesadores de relaves, se ubican en un costado del embalse de relaves. El agua que se recupera en este proceso, es devuelta a la planta. La disposición del relave se realiza desde la cola del depósito en dirección al muro de contención.

El transporte del relave se realiza por medio de tuberías de HDPE funcionando en como acueducto.

2.5.1.7.2.1 Muro de Contención

El muro de contención alcanzará una altura máxima de 88 m con una revancha de 6 m al final de su vida útil. Las consideraciones de diseño de este muro, se presentaron en la etapa de Construcción.

2.5.1.7.2.2 Laguna de Clarificación

Producto de lluvias o baja concentración transitoria de la pulpa, se formará una laguna de clarificación. Esta se ubicará en contacto con el muro, el cual será revestido con una geomembrana de 3 mm de espesor para evitar las infiltraciones producto de los efectos mencionados. El agua acumulada en forma transitoria será devuelta al proceso.

2.5.1.7.2.3 Parámetros para el Diseño Hidráulico y Balance de Agua

Tasa de evaporación media anual	: 2.000 mm/año
Precipitación media anual	: 20 mm (Ref. c)
Precipitación máxima en 24 horas	: 55 mm (T=100 años)

2.5.1.7.2.4 Revancha de Seguridad

Tal como se indicó en la etapa de construcción, cada una de las etapas de avance del muro contempla una revancha suficiente para contener crecidas centenarias, destinado a evacuar crecidas que excedan la capacidad de manejo de agua de la cubeta (precipitación con un período de retorno mayor a 100 años).

En la etapa final, se considera un vertedero frontal de albañilería de piedra, el cual evacua a un canal, con una pendiente longitudinal del 1%.

2.5.1.7.3 Características del relave dispuesto

Las características químicas de diseño del relave son las siguientes:

Tabla 2-36: Caracterización química de los relaves

Caracterización Química	
%	H
Fe ₃ O ₄	10,96
Fe ₂ O ₃	12,97
P	0,121
S	0,332
SiO ₂	49,70
CaO	3,10
Al ₂ O ₃	11,56
MgO	4,62
TiO ₂	0,68
Cu	0,31
Mn	0,11
Na ₂ O	1,36
K ₂ O	4,18
Total	100

2.5.1.7.4 Sistema de Recirculación de Agua del embalse

Considerando que se trata de un embalse de relaves espesados no se espera la formación de una laguna de agua permanentemente, por tal razón no se contempla un sistema de recuperación de agua desde la cubeta que opere en forma continua. No obstante, considerando que en la zona se producen lluvias con períodos de retorno de 5 a 10 años se contempla un sistema de recuperación eventual con obras de menor envergadura, para ello se considera embalsar el agua y devolverla al proceso en un período de 1 a 2 meses. Es posible que en el período invernal, producto de la menor evaporación se produzca una pequeña laguna, dicha agua no se recuperará, sino que se secará en los meses de mayor evaporación.

- a) Conducción de Agua desde los espesadores de relaves hasta a la Planta Concentradora:

La conducción es de tipo gravitacional, debido a que los espesadores se encuentran a una elevación superior a la de la planta.

El sistema contempla un estanque de acero de 50 m³ que recibe el agua directamente desde el sobre flujo de los espesadores, posteriormente considera una tubería de HDPE,

de 315 mm de diámetro y 2.600 m de longitud. Al llegar al estanque planta contempla una válvula de regulación para controlar el flujo. La tubería de recuperación de agua se lleva en una plataforma independiente de la conducción de relave, de similares características.

b) Desde el Embalse a la Planta Concentradora:

Como se indicó anteriormente sólo se devolverá agua desde la cubeta en forma eventual. Para dicho efecto se contemplan las siguientes obras:

- Bomba ubicada sobre balsa impulsando hasta cajón de hormigón armado ubicado en el estribo derecho (poniente) del muro
- Cajón de traspaso de hormigón armado
- Bomba para impulsar entre cajón de traspaso y estanque planta
- Tubería de HDPE de 250 mm de diámetro de 4.300 m de longitud, extendiéndose entre el cajón de traspaso y el estanque planta
- No se considera la adquisición de las bombas dentro del plan de inversiones. Debido a su uso eventual, se considera que corresponderán a un servicio de arriendo el cual se contratará una vez ocurrido el evento. Por la misma razón las características de las bombas a utilizar serán determinadas dependiendo de las características que se presenten al momento de ocurrido el evento (volumen, desniveles, etc).

2.5.1.7.5 Energía eléctrica

El diseño contempla la alimentación en 23 kV, hasta una nueva sala eléctrica ubicada en el sector de la planta. Dicha sala eléctrica contendrá los equipos de electricidad y control para las cuatro bombas de 500 hp, las cuales se considera serán alimentadas en media tensión 4,16 kV. En este sector se proyecta una S/E de 3 MVA, 23/4,16 kV, desde la cual se alimentará el switchgear de 4,16 kV, el cual contendrá los partidores para 2 motores de 500 hp y las protecciones para los alimentadores de los 2 variadores de frecuencia de los motores restantes.

Adicionalmente, se considera un transformador aéreo de 200 kVA en el sector, para servicios auxiliares y cargas en baja tensión-380/220 V. La sala considerada será tipo container, prefabricada, con sus propios sistemas de presurización y climatización. Para el sistema de control se considera un PLC en la sala ya mencionada, el cual se comunicará con el sistema de control central de la planta.

La alimentación en 23 kV hacia los sectores de cajón de relaves y de espesador se considera mediante línea aérea en una extensión total aproximada de 2,5 km. En esta misma postación se tenderá la fibra óptica que comunicará ambas instalaciones remotas con la sala eléctrica ubicada en la planta. Para ambos sectores remotos se considera S/E aérea de 200 kVA y una sala prefabricada conteniendo los CCM, PLC y los tableros eléctricos del sector, además de la instrumentación de proceso, alumbrado y enchufes.

2.5.1.8 Abastecimiento de Agua Fresca

El abastecimiento de agua fresca para el desarrollo del proyecto se realizará mediante un Acueducto de complemento de 28 km de extensión, el cual llevará agua desde pozos ubicados en el sector de Toledo en Copiapó, hasta la Planta Concentradora en el sector de Cerro Negro Norte. Este acueducto transportará un caudal estimado de hasta 150 l/s. La siguiente tabla que muestra el balance de aguas para el Proyecto.

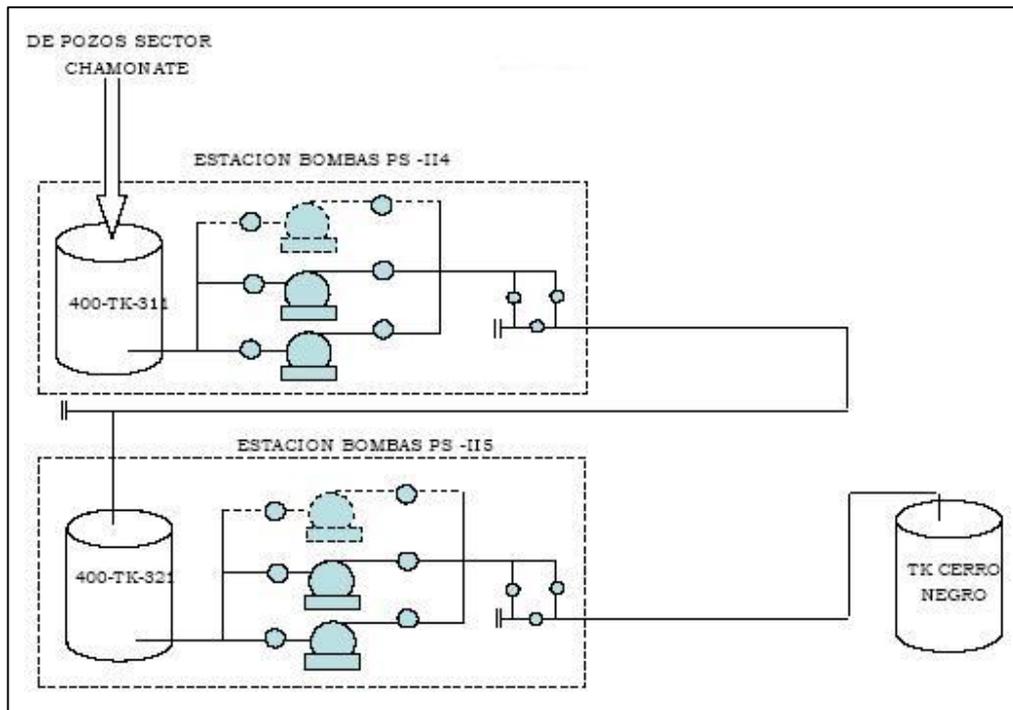
Tabla 2-37: Balance de Aguas Promedio para el Proyecto

	ITEM	UNIDAD	Cantidad
1.-	Sólidos		
	Sólidos Bajo Flujo Espesador 1	%	60
	Sólidos Bajo Flujo Espesador 2	%	70
2.-	Recuperaciones Pérdidas		
	Pérdidas por Evaporación y Otros	%	0,5
	Recuperación desde Piscina Tranque	%	0
	Recuperación de Puerto Fase II	%	80
	Recuperación de Puerto Fase I	%	80
3.-	Flujos		
	Agua Recuperada en Planta (Sólo Espesadores)	m ³ /h - l/s	15.905 - 4.418
	Agua Recuperada Total a Planta (Espesadores Y Tranque)	m ³ /h - l/s	15.487 - 4.302
	Agua Recuperada de Tranque	l/s	0
	Agua Recuperada de Puerto Fase II	l/s	49
	Agua Recuperada de Puerto Fase I	l/s	39
	Agua de Reposición: Caudal mínimo/máximo de diseño.	l/s	104/150

2.5.1.8.1 Operación del Acueducto de Complemento

A continuación se muestra las instalaciones anexas que considera el acueducto de complemento, para su operación.

Figura 2-24. Diagrama de instalaciones anexas para la Operación del Acueducto de complemento



Este acueducto de complemento considera dos estaciones de bombeo idénticas, PS - II4 y PS - II5, cada una compuesta por tres bombas centrífugas horizontales multietapas, dos en operación y la tercera de reserva, instaladas con variador de frecuencia, tal de poder operar a los caudales nominal y máximo de diseño establecidos por CMP.

Cada una de estas estaciones será alimentada por un estanque de almacenamiento de agua de 976 m³ de volumen, estanques TAG 400-TK-311 y 400-TK-321 respectivamente.

El estanque de almacenamiento de agua 400-TK-311 será alimentado desde varios pozos de extracción de agua ubicados en el sector de Toledo, Copiapó.

En la siguiente tabla se indican las condiciones de operación para las estaciones de bombeo PS – II4 y PS – II5.

Tabla 2-38: Condiciones de Operación para las estaciones de bombeo del Acueducto de Complemento

		PS - II4	PS – II5
Ubicación	Km	0,0	10,9
Elevación	msnm	308,8	754,4
Cantidad de Bombas	Operativa/Reserva	2 / 1	2 / 1
Presión	mca	510	505
Caudal por Bomba	l/s	88	88
Potencia por Bomba	KW	624,4	617,8

De acuerdo a los cálculos de diámetro económico y a los caudales de diseño establecidos por CMP, se requiere una cañería de diámetro nominal de 18” con espesores de pared de cañería variables a lo largo del trazado. En la siguiente Tabla se presentan las características principales de cañería requerida por tramos del acueducto de complemento.

Tabla 2-39: Características de cañería de impulsión del Acueducto de Complemento

Ubicación Km		Espesor Pared de Cañería
de	a	mm
0	1,94	11,13
1,94	5,44	9,53
5,44	7,94	7,92
7,94	10,94	6,35
10,94	11,74	11,13
11,74	13,49	9,53
13,49	21,49	7,92
21,49	24,32	6,35

2.5.1.8.1.1 Energía

Para el abastecimiento eléctrico del sector de Cerro Negro y sus instalaciones anexas (PS1-estación de bombeo de concentraducto, motobombas, etc.) deberá construirse una S/E en Mina Cerro Negro. Este proyecto se encuentra en estudio y será presentado a la autoridad ambiental una vez que finalice su diseño, por lo tanto, no es parte de la evaluación de este EIA. No obstante para la alimentación de las estaciones de bombeo del acueducto de complemento y de los pozos de extracción, el suministro eléctrico se realizará de la siguiente forma:

- La alimentación principal para los pozos de captación de las estaciones de bombeo de la impulsión del Valle del Río Copiapó a Mina Cerro Negro, será abastecida desde la red de distribución en media tensión de la ciudad de Copiapó (EMELAT)
- La alimentación principal para la estación de bombeo PS-II4 de la impulsión Valle Río Copiapó a Mina Cerro Negro será asimismo abastecida desde la red de distribución en media tensión de la ciudad de Copiapó (EMELAT).

Para los casos anteriores, CMP establecerá un convenio de conexión con EMELAT, incluyendo el adecuamiento de dicha subestación para la instalación de la nueva línea que requiera el proyecto. Esta modificación será de responsabilidad de CMP.

- La alimentación principal para la estación de bombeo intermedia PS-II5 de la impulsión Valle Río Copiapó a Mina Cerro Negro será desde switchgear (por CMP) en S/E principal Mina Cerro Negro.

2.5.1.9 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Operación en Sector Cerro Negro Norte

Durante la etapa de operación del Sector Cerro Negro, el proyecto generará los siguientes residuos, efluentes y/o emisiones:

- Emisiones a la atmósfera: Producto del transporte y movimiento de material.
- Ruido y vibraciones: Debido a las tronaduras y a la utilización de maquinaria pesada.

- Luminosidad El proyecto generará emisión lumínica durante la noche.
- Residuos líquidos: aguas servidas del personal.
- Residuos sólidos:
 - m) Residuos de mineros y de operación.
 - n) Residuos sólidos asimilables a domésticos: papeles, restos de comida, etc.
 - o) Residuos sólidos industriales no peligrosos: piezas de repuesto y mantenimiento, residuos de operación, etc.
 - p) Residuos sólidos industriales peligrosos: aceites, restos de pintura, envases de productos químicos, baterías, etc.,

A continuación se presenta la identificación y caracterización de cada uno de estos residuos, efluentes y/o emisiones.

2.5.1.9.1 Emisiones Atmosféricas Sector Cerro Negro Norte

Durante la etapa de operación, las emisiones atmosféricas corresponderán principalmente a:

1. Emisión de material particulado producto de las tronaduras, movimiento y transporte de material, emisiones dispersas asociadas al movimiento de maquinaria y vehículos livianos.
2. Emisión de ruido.
3. Emisión de vibraciones.
4. Emisión lumínica

2.5.1.9.1.1 Emisiones de Material Particulado

Durante la fase de operación, las principales fuentes emisoras de material particulado serán, el manejo de minerales y estériles en el rajo minero, el tránsito de camiones y las actividades de la planta de beneficio, incluyendo el acopio secundario. Las actividades de la planta concentradora, se realizan en fase húmeda, por lo que no se consideran como fuentes relevantes de material particulado. Para mayor detalle ver Anexo 2.6.

Se debe considerar que la población permanente más cercana se encuentra a casi 32 km de distancia (Copiapó), donde el efecto del proyecto será imperceptible.

2.5.1.9.1.2 Emisiones de Ruido

Se prevé que durante la fase de operación las emisiones de ruido provendrán de la circulación de los camiones, de la descarga/carga del mineral y de las operaciones de molienda. Para evaluar los niveles de inmisión, se aplicó el mismo modelo de propagación indicado en la fase de construcción, considerando además de los 100 dBA por circulación, descarga/carga del concentrado (equivalente etapa de construcción) y una segunda fuente emisora de 105 dBA (equivalente emisión de una fábrica), situada en torno al sector de circulación. Los niveles de ruido que generará el proyecto, no se perciben a 2 km de distancia, y quedarán circunscritos al área de operaciones, no afectando población alguna (las áreas pobladas más cercanas al área de operación se encuentran a 32 km de distancia).

2.5.1.9.1.3 Vibraciones

Dado que se realizarán diariamente tronaduras, se generarán vibraciones del terreno.

Dado que son de corta duración, las vibraciones se atenuarán a corta distancia del punto de detonación. A modo referencial se puede señalar que en este tipo de medio la vibración por tronaduras no es perceptible a distancias mayores que 2.000 m.

2.5.1.9.1.4 Luminosidad

El proyecto generará emisión lumínica durante la noche, no obstante, se utilizarán luminarias que permitan cumplir lo establecido en DS 686/98 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que establece la *Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica* en II, III y IV región.

2.5.1.9.2 Residuos Líquidos

2.5.1.9.2.1 Aguas Servidas

Las aguas servidas que sean generadas durante la etapa de operación del Proyecto, serán colectadas y tratadas por la planta de tratamiento de aguas servidas del tipo lodos activados, modalidad aireación extendida, cuyo efluente cumplirá con la Norma Chilena de Calidad de Agua para riego, (NCh 1.333/78), por lo cual posteriormente será empleado en áreas verdes dentro del área del proyecto, al interior del recinto industrial de CNN.

Considerando que la dotación de personal del proyecto en el Sector de Cerro Negro, para la etapa de operación alcanza las 810 personas, y que la planta de tratamiento de aguas servidas considerando un factor de recuperación del 90%, tiene una capacidad de tratamiento de 73 m³/día, la cantidad máxima de aguas servidas tratadas esperadas 0,8 l/s. Los lodos generados por el tratamiento de las aguas servidas serán dispuestos en un relleno sanitario autorizado, a través de un limpiafosas autorizado por la Autoridad Sanitaria Regional.

2.5.1.9.2.2 Residuos Líquidos de la Operación de la Planta

El proceso de concentración de hierro es un circuito cerrado, por lo que no generará residuos líquidos. Todos los líquidos se recuperarán y reincorporarán al sistema de producción. El relave final será espesado y depositado en el embalse de relaves que considera el proyecto.

2.5.1.9.3 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que serán generados durante la etapa de operación en el sector de Cerro Negro Norte, serán de los tipos domésticos y/o asimilables, y residuos industriales.

Tabla 2-40. Residuos Sólidos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Operación

Etapa	Residuos generados	Cantidad (ton/año)
Operación	Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios: Restos de embalaje, papeles, maderas, cartones, residuos orgánicos, etc.	320
	Residuos mineros: Estériles provenientes de la remoción de sobrecarga del rajo minero.	24.000.000 (año 3) 11.000.000 (año 4)
	Residuos industriales no peligrosos: Excedentes metálicos o chatarra, gomas, etc.	12
	Residuos Peligrosos: Lubricantes, aceites y grasas, recipientes con pintura y lubricantes, aceites, huaipes y otros.	*248

*Para el detalle de los residuos peligrosos generados, ver tabla en el punto de Residuos Industriales Peligrosos.

2.5.1.9.3.1 Residuos Domésticos y Asimilables

Durante la etapa de operación se contempla la generación de residuos sólidos domésticos y asimilables, provenientes de las oficinas administrativas, comedores, casa de cambio, entre otros. Se ha estimado que se generará 1 kg/persona/día, lo que implicará una producción total de aproximadamente 810 Kg/día, equivalente a 296 ton/año.

Se realizará la segregación de los residuos orgánicos provenientes del área de comedores, del resto de los residuos asimilables a domésticos, como papeles, maderas, cartones, etc. Se estima que la generación de estos residuos, será de aproximadamente 660 Kg/día, lo que equivale a 24 ton/año.

Para éstos, se habilitará un patio de acopio temporal en el sector Industrial, donde serán acopiados los residuos que se recolecten de los diferentes puntos de generación dentro de las instalaciones de CNN. Estos residuos serán almacenados en tambores plásticos con tapa de 200 litros o similar hasta su disposición final, con el fin de evitar la proliferación de vectores. La frecuencia de traslado a un relleno autorizado de estos residuos, será cada tres días.

2.5.1.9.3.2 Residuos Industriales No Peligrosos

Al igual que en la etapa de construcción, los residuos industriales no peligrosos, como por ejemplo: chatarras, gomas, partes y piezas, serán acopiados en forma ordenada, en un sector delimitado e identificado para dicho fin.

Cuando sea posible se preferirá su venta a terceros o reciclaje. En caso que ello no sea posible, entonces serán llevados a disposición final utilizando los servicios de una empresa especialista en gestión de residuos industriales, autorizada por la autoridad competente.

La frecuencia de traslado de los residuos quedará condicionada a la generación de los mismos.

2.5.1.9.3.3 Residuos Industriales Peligrosos

Los residuos industriales peligrosos que sean generados durante la etapa de operación del proyecto, tales como lubricantes, restos de pintura, solventes, etc., serán acopiados temporalmente en contenedores adecuados a la naturaleza del residuo a almacenar. Este lugar de almacenamiento temporal dará cumplimiento a la legislación correspondiente (DS 148/03 MINSAL), tanto en materia de rotulación, como en lo que respecta al manejo seguro en general.

El lugar de acopio temporal, cumplirá al menos con las siguientes características:

- Contará con una base continua, impermeable y resistente en lo estructural y al eventual ataque químico de los residuos.
- Contará con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estará techado y protegido de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Minimizará la volatilización, el arrastre o la percolación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tendrá capacidad de retención de escurrimientos o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contará con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of. 93
- Tendrá acceso restringido, es decir, sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.
- Contará con medidas de seguridad y equipamiento contra incendios
- Los contratos de suministro de aceites y lubricantes, incluirán el retiro por parte de los proveedores de estos materiales.

CMP exigirá al contratista la entrega de los certificados de recepción y/o disposición de dichos residuos, emitidos por el sitio de disposición final.

De acuerdo a lo establecido por el D.S. N° 148, los proyectos que generen más de 12 toneladas de residuos peligrosos al año deberán tener un Plan de Manejo, por lo tanto, el Proyecto que aquí se presenta, presentará un Plan de Manejo detallado de Residuos Peligrosos ante las autoridades competentes, previo al inicio de la operación del

proyecto. No obstante, en el Anexo 2.7, se presenta el anteproyecto del mencionado plan.

Tabla 2-41. Residuos Peligrosos en el Sector de Cerro Negro Norte para la Etapa de Operación

Tipos de Residuos	Cantidad estimada		Origen - Proceso	Almacenamiento Temporal
GRASAS USADAS (Borras oleosas)	7,3	Ton / Año	Mantenimiento de equipos	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN (Almacenamiento Grasas Usadas)
ACEITE USADO	219,0	Ton / Año	Mantenimiento de equipos	Estanque de Aceites usados Taller Mecánico Mina
BATERIAS 24 V	2,6	Ton / Año	Mantenimiento de equipos	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN (Baterías Dadas de Baja)
RESIDUOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS	18,3	Ton/Año	Mantenimiento de equipos	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN (Almacenamiento Grasas Usadas)
TUBOS FLUORESCENTES / AMPOLLETAS MERCURIO	0,4	Ton / Año	Mantenimiento eléctrico instalaciones	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN
RESIDUOS CONTAMINADOS CON SOLVENTES, DILUYENTES, PINTURAS, ANTICORROSIVOS Y RESINAS	1,0	Ton/año	Mantenimiento Mecánico	Interior Patio de Manejo Temporal de Residuos Sólidos CNN
Total	248.3	Ton/año	Etapa Operación	

2.5.2 Sector Acueducto/Concentraducto

2.5.2.1 Condiciones Generales de Diseño y Operación de los Ductos

El diseño y la disposición de las cañerías deberán cumplir con las secciones aplicables de la última edición del ASME Code for Pressure Piping B31.11 y las especificaciones del proyecto. Cuando exista discrepancia entre el Código y estas especificaciones, prevalecerá la más exigente y que además cumpla con las condiciones de operación descritas en el proyecto.

No deben instalarse cañerías bajo la losa de piso, excepto para líneas de drenaje.

A la partida, detención u otra operación anormal, la presión, temperatura, o ambas podrán exceder eventualmente las condiciones básicas de diseño. Tolerancias para variaciones de presión y temperatura deberán estar de acuerdo con código ASME/ANSI B31.11.

La instalación de reducciones aguas abajo de una válvula de control deberá considerar las distancias adecuadas para impedir que estas interfieran el desempeño de las válvulas.

Las válvulas usadas para aislar ramas de una línea principal, deberán instalarse lo más cerca posible a la línea principal.

2.5.2.1.1 Soportes y Anclajes

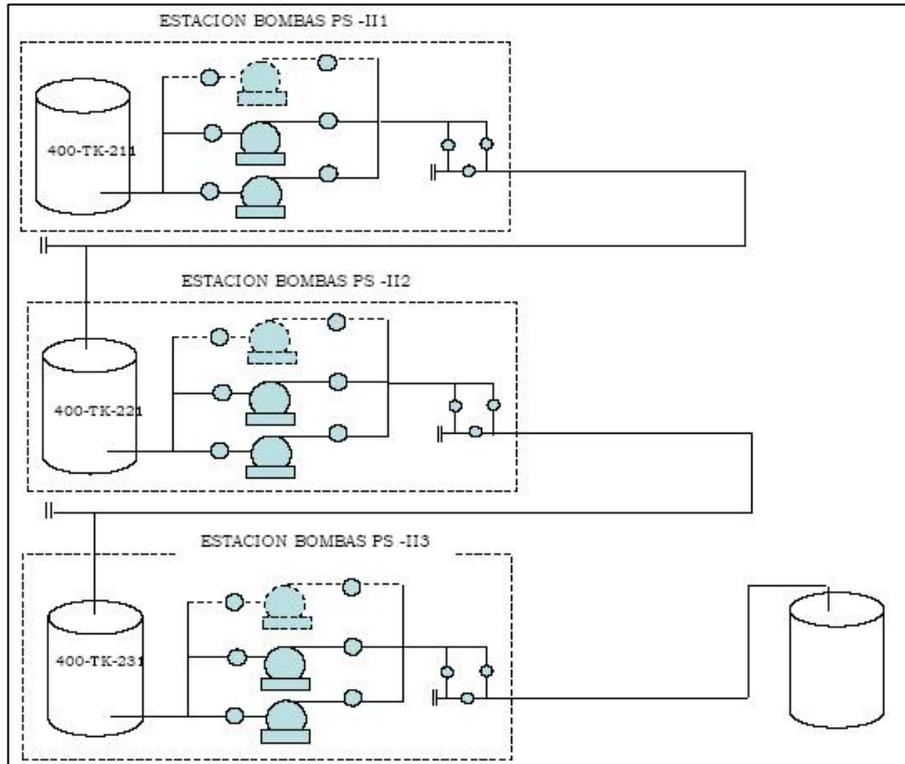
Las tuberías deberán llevar soportes y anclajes cuyos materiales, selección, aplicación e instalación obedecerá a las normas MSS - SP. El espaciamiento entre soportes será determinado de manera de limitar la máxima deformación. Sin embargo una confirmación de los requerimientos de soportes deberá ser efectuada en la etapa de proyecto de ingeniería de detalles cuando se haga el análisis de flexibilidad del sistema.

2.5.2.2 Acueducto de recirculación

El Acueducto transportará alrededor de 90 l/s (~2,8 millones de m³/año) de agua, proveniente de la recuperación de los procesos de filtrado de los concentrados de los ducto Fase I y Fase II. El transporte se realizará mediante un acueducto de 80 km de longitud, por una tubería de diámetro nominal de 16" con espesores de pared de cañería variables a lo largo del trazado.

A continuación se muestra las instalaciones anexas que considera el acueducto, para su operación.

Figura 2-25. Diagrama de instalaciones anexas para la Operación del Acueducto



Este acueducto considera tres estaciones de bombeo idénticas, PS-II1, PS-II2 y PS-II3, cada una compuesta por tres bombas centrífugas horizontales multietapas, dos en operación y la tercera de reserva, instaladas con variador de frecuencia, tal de poder operar a los caudales nominal y máximo de diseño establecidos por CMP.

Cada una de estas estaciones será alimentada por un estanque de almacenamiento de agua de 713 m³ de volumen, estanques TAG 400-TK-211, 400-TK-221 y 400-TK-231 respectivamente.

En la siguiente tabla se indican las condiciones de operación para las estaciones de bombeo PS-II1, PS-II2 y PS-II3.

Tabla 2-42: Condiciones de Operación para las estaciones de bombeo del Acueducto

Variable	Unidad	PS-II1	PS-II2	PS-II3
Ubicación	Km	0,0	31,4	53,7
Elevación	msnm	29,2	364,0	722,3
Cantidad de Bombas	Operativa/Reserva	2 / 1	2 / 1	2 / 1

Variable	Unidad	PS-II1	PS-II2	PS-II3
Presión	mca	457	459	463
Caudal por Bomba	l/s	65	65	65
Potencia por Bomba	KW	415,4	417,1	421,2

De acuerdo a los cálculos de diámetro económico y a los caudales de diseño establecidos por CMP, se requiere una cañería de diámetro nominal de 16" con espesores de pared de cañería variables a lo largo del trazado. El material seleccionado para la cañería de impulsión corresponde a ASTM A 53 grado B, en la siguiente Tabla se presentan las características principales de cañería requerida por tramos del Acueducto.

Tabla 2-43: Características de cañería de impulsión del Acueducto

Ubicación Km		Espesor Pared de Cañería	
de	a	Mm	SCH
0,0	9,37	9,53	30
9,37	20,17	7,92	20
20,17	31,37	6,35	10
31,37	36,52	9,53	30
36,52	47,02	7,92	20
47,02	53,67	6,35	10
53,67	60,72	9,53	30
60,72	70,72	7,92	20
70,72	78,92	6,35	10

2.5.2.2.1 Energía para las estaciones de bombeo de acueducto

El suministro de energía eléctrica para las estaciones de bombeo del acueducto de recirculación, provendrá de diferentes partes según la ubicación de las estaciones.

A continuación se detalla el lugar de suministro para cada estación de bombeo:

- La alimentación principal para la estación de bombeo intermedia PS-II2 de la impulsión Puerto Totoralillo a Mina Cerro Negro será en 23 kV desde la S/E Caldera (EMELAT). Para esto se considera la instalación de 20 km de línea en 23 kV desde la S/E de distribución a la estación de bombeo siguiendo el mismo trazado de la ruta C-351 o desde una red de suministro local con la tensión que se requiera.

- La alimentación principal para la estación de bombeo intermedia PS-II3 de la impulsión Puerto Totoralillo a Mina Cerro Negro será desde switchgear (por CMP) en subestación principal Mina Cerro Negro. Para esto se considera una línea aérea en 23 kV desde la S/E Cerro Negro hasta la estación de bombeo siguiendo el trazado de los ductos (camino C-351) o desde una red de suministro local con la tensión que se requiera.

Para los casos anteriores, CMP establecerá un convenio de conexión con EMELAT, incluyendo el adecuamiento de dicha subestación para la construcción de la nueva línea que requiera el proyecto. Esta modificación será de responsabilidad de CMP.

2.5.2.3 Concentraducto

A continuación se detallan las condiciones de diseño del concentraducto y las medidas operacionales de éste una vez que se inicia la puesta en marcha.

2.5.2.3.1 *Características del Sólido*

- Gravedad Especifica de los sólidos (SG): 5,0
- Concentración en peso de sólido: de 63% a 67%

Tabla 2-44. Granulometría de Diseño

τ Tamaño de Partículas (malla US)	% pasante
100	99,40
140	97,75
200	94,03
270	86,13
325	83,10

Fuente: CMP

Tabla 2-45. Parámetros Reología de Diseño

Variable	Expresión de cálculo
Tensión de Corte Plástico de Bingham	$\tau_p = \tau_0 + \eta_B \cdot \dot{\gamma}$
Viscosidad (cP)	η_B
Gradiente de Velocidad de Cizalle (s-1)	$\dot{\gamma}$

Variable	Expresión de cálculo	
Tensión de Corte Crítica (dinas/cm ²)	$\tau_p = A \cdot \phi^B$	A = 11,384 B = 4,876 ϕ = concentración volumétrica del sólido
Concentración Volumétrica del Sólido	$\phi = \frac{C_p}{(1 - C_p) \cdot GE_{Sólidos} + C_p}$	Cp = concentración en peso de sólido GES = gravedad específica del sólido (5,0)
Viscosidad Reducida de Bingham (cP ⁹)	$\frac{\eta_B}{\mu} = 10^{V_r \cdot B'}$	B' = 2,73 μ = viscosidad del agua Vr = volumen reducido del sólido
Volumen reducido del sólido	$V_r = \frac{C_p}{(1 - C_p) \cdot GE_{Sólidos}}$	GE = Gravedad específica

2.5.2.3.2 Trazado y Perfil del Terreno

Las pendientes del concentrado estarán limitadas en general a un 12%. Para tramos cortos de menos de 200 m de longitud y no consecutivos se aceptará una pendiente máxima extrema de 15%.

2.5.2.3.3 Tonelajes de diseño

La capacidad de transporte nominal del concentrado de 4,0 millones de toneladas seca por año considerando un factor de utilización del concentrado de 95%. Esta condición nominal de operación se establece a una concentración de sólidos de 65% y un caudal de impulsión de 382 (m³/h).

La capacidad de transporte mínima y máxima del concentrado a concentraciones de sólidos de 63%, 65% y 67% se muestra en la siguiente tabla. Cabe destacar que el transporte máximo será de 4,7 millones de toneladas seca año y el mínimo de 3,8 millones de toneladas seca año.

Tabla 2-46. Tonelajes de Transporte Mínimo y Máximo del Concentrado

Concentración en Peso [%]	Toneladas secas por año [tspa]		Toneladas secas por hora [tsph]		Caudal [l/s]	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínimo	Máximo
63	3.761	4.458	451	535	338	401
65	3.880	4.600	466	552	349	414
67	3.999	4.742	480	569	360	427

2.5.2.3.4 Vida Útil

El concentrado será diseñado para operar 365 días por año con un disponibilidad de 98%. Se considera un desgaste anual de la tubería de 0,25 mm/año, considerando la adición de reactivos al concentrado.

En relación a tasa de abrasión para este proyecto no se considerará un desgaste en la cañería del concentrado por abrasión, sin embargo se considerará el uso de revestimientos internos en las piezas especiales (“spools”).

Se deberá considerar cámaras de inspección, para la medición de espesores en sectores considerados críticos, a priori, por consideraciones de pendiente longitudinal y traslapeo de curvas verticales y horizontales en el trazado.

2.5.2.3.5 Velocidad máxima de operación

La máxima velocidad de transporte permitida al interior de la tubería principal, será de 3,0 m/s, límite superior acotado por la posibilidad de abrasión y para minimizar el efecto de posibles eventos transientes hidráulicos en el sistema. En piezas especiales revestidas interiormente la velocidad máxima admisible será de 3.0 (m/s)

En tanto, la velocidad mínima de operación será fijada en un valor de 5% por sobre la mayor de dos velocidades umbrales del fluido: la velocidad de depósito de sólidos y la velocidad de transición de flujo laminar a turbulento.

2.5.2.3.6 Diámetros y Material del Concentrado

El grado del material de la cañería API 5L, diámetro y espesores de pared de la cañería del concentrado serán determinados en función de los tonelajes de transporte y

características del trazado seleccionado. La cañería será revestida exteriormente con tricapa.

Tabla 2-47. Especificaciones de la tubería del Concentraducto

Descripción	Tubería concentraducto
Especificación cañería	Api 5L - X65
Diámetro Exterior (pulgadas)	12,75"
Resistencia al Límite de Fluencia	65.000 psi

No obstante, se considera que los diámetros y materiales del concentraducto a lo largo de su trazado serán los siguientes:

Tabla 2-48. Caracterización de la cañería del concentraducto

Kilometraje		Diámetro exterior	Espesor de pared de cañería (año 0)	Espesor de pared de cañería (año 20)
Desde	Hasta	Pulgadas	Pulgadas	Pulgadas
0,0	6,0	12,75	0,375	0,178
6,0	15,0	12,75	0,406	0,209
15,0	25,0	12,75	0,438	0,241
25,0	31,0	12,75	0,500	0,303
31,0	49,0	12,75	0,406	0,203
49,0	58,0	12,75	0,438	0,241
58,0	76,0	12,75	0,500	0,303
76,0	78,9	12,75	0,562	0,365

La pulpa de hierro tendrá una concentración de sólidos máxima de 67% y su composición química será la siguiente.

Tabla 2-49: Composición de la Fase Sólida del Concentrado de Hierro transportado

Elemento	Porcentaje (%)
Fe₃O₄	96,40
P	0,004
S	0,012
SiO₂	1,70
CaO	0,24
MgO	0,22
Al₂O₃	0,60
V	0,04
Ti	0,084
Mn	0,014
Cu	0,004
Na₂O	0,16
K₂O	0,04
Otros (*)	0,48
Total	100

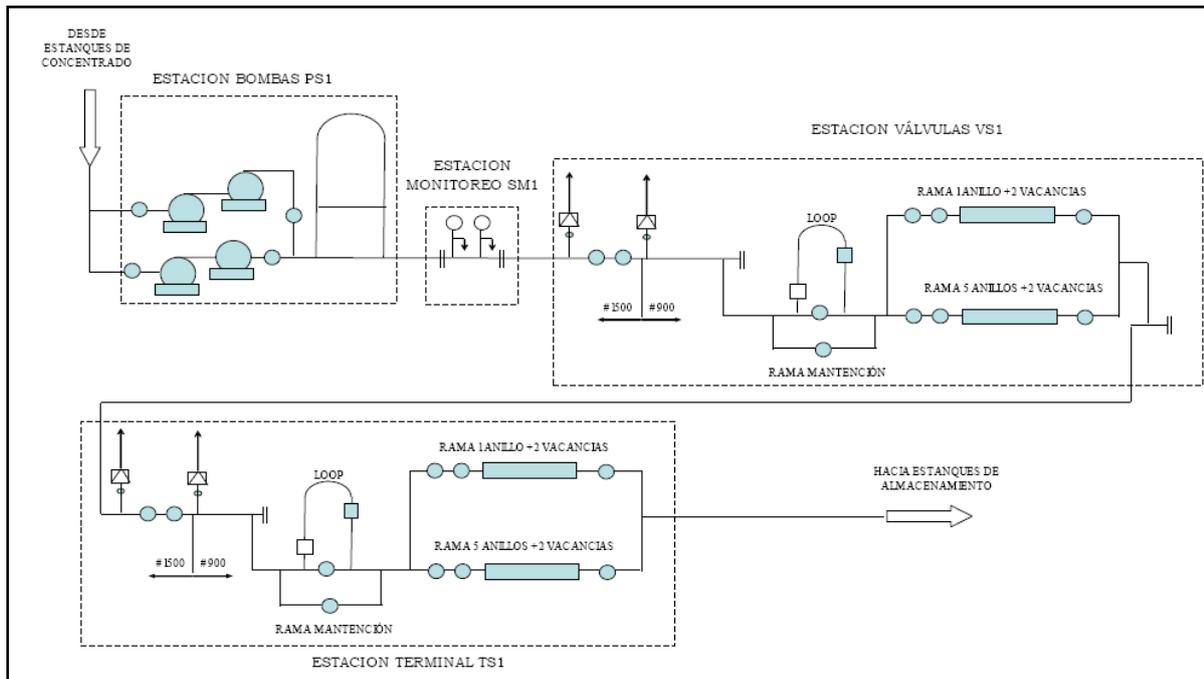
(*): Corresponde a otros elementos, mayoritariamente oxígeno que forma los compuestos oxidados.

La fase líquida de la pulpa tendrá las siguientes características:

- a. Rango pH: 10 – 12
- b. pH diseño: 10
- c. Tasa de Corrosión: 0,25 mm/año

El proceso de operación del concentrado se ilustra a continuación en la siguiente figura:

Figura 2-26: Principales Instalaciones del Concentraducto Cerro Negro Norte



El modo de operación del Concentraducto ha considerado el transporte del concentrado de hierro con un contenido de sólidos de entre un 63% a un 67%. Para ello, los estanques agitadores de la Planta Concentradora proveerán el volumen necesario de pulpa de hierro para el adecuado funcionamiento del Concentraducto.

Las variaciones de alimentación del ducto serán reguladas a través de la estación de bombas (PS1), ubicada dentro del recinto de la Planta Concentradora, y de la estación de válvulas (VS1) ubicada en el km 23,4 del trazado del Concentraducto.

2.5.2.3.7 *Medidas Operacionales del Concentraducto*

2.5.2.3.7.1 *Dispositivos de Seguridad y Sistema de Control Operacional del Concentraducto*

Se instalarán en todas las estaciones (de bombeo, monitoreo, válvulas y terminal) dispositivos de seguridad para el alivio de presión, destinados a proteger las instalaciones de las posibles sobrepresiones durante condiciones de operación anormales del Concentraducto.

Estos dispositivos de seguridad serán monitoreados de forma automatizada y remota tanto desde la Estación de Bombas como desde la Estación Terminal, con equipamiento e instrumentación específica y especializada.

El sistema de control para la correcta operación del Concentraducto consistirá en un sistema denominado SCADA (Sistema de Adquisición y Control de Datos) que mantendrá en red sistemas PLC (controladores lógicos programables) ubicados en cada una de las estaciones de bombeo, monitoreo, válvulas y estación terminal, junto a consolas de operación de software en las estaciones de bombeo y terminal.

Se llevará un control y monitoreo permanente de siguientes parámetros:

- Concentración de la pulpa (en peso),
- Adición de agua de dilución al concentrado antes de ingresar a las bombas de carga
- Densidad de la pulpa que llega a la estación terminal en el puerto, antes de su ingreso a la planta de filtros.

La comunicación entre las distintas áreas geográficas se realizará por medio de la fibra óptica instalada junto al Concentraducto.

Aún cuando todas las operaciones de control y monitoreo se encontrarán automatizadas, también podrán ejecutarse en modo manual de manera de permitir a los operadores confirmar la ejecución de cualquier secuencia automática en forma previa a su inicio. Asimismo, el equipamiento e instrumentación asociados a operaciones críticas dispondrán de cableado físico para permitir la operación local, y todas las válvulas de pulpa con actuadores eléctricos o neumáticos contarán con volantes para operación local manual.

2.5.2.3.7.2 Inspecciones

Se realizarán inspecciones periódicas del Concentraducto, con una frecuencia mínima mensual, según lo establecido por la norma ASME. B31.11.

Se contará con personal que realizará inspecciones de terreno que permitirán verificar que la existencia y condiciones de la señalética dispuesta a lo largo del trazado del Concentraducto, además de detectar tempranamente cualquier desarrollo o construcción que se proyecte en la zona de la servidumbre del trazado, de manera de informar a las partes involucradas de la ubicación de la tubería.

2.5.2.3.7.3 Aguas de Proceso del Concentraducto

Se requerirá agua de procesos en la estación de bombas para el lavado de las tuberías, lavado del concentraducto, dilución del concentrado y para el lavado de piso. Esta agua provendrá de un estanque de agua de proceso que será instalado en las cercanías de la estación de bombeo.

El agua deberá ser limpia y no deberá tener partículas mayores a 1 mm. Además deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) Densidad 998 kg/m³
- b) Concentración de sólidos 0 a 2 %
- c) pH 7 a 8

2.5.2.3.7.4 Agua de Sello las Bombas

Las bombas centrífugas de carga, ubicadas dentro de la Estación de Bombeo, requerirán Agua de Sello para su adecuado funcionamiento. El agua de sello tiene por propósito impedir que el concentrado salga fuera de la bomba por el eje de la misma, para lo cual la presión del agua será mayor a la del concentrado de hierro.

El caudal que se requerirá será del orden de 10 m³/h, con un pH entre 6,5 y 8,0.

2.5.2.3.7.5 Agua de Dilución

En caso de requerir un ajuste fino para alcanzar el rango de concentración óptimo para el transporte de la pulpa, podrá adicionarse Agua de Dilución antes del ingreso del

concentrado a la Estación de Bombeo. Esta condición será vigilada permanentemente por los sistemas automatizados de control operacional.

El agua de dilución deberá tener un pH entre 7 y 8 y un contenido de sólidos de 2% como máximo. Estas aguas de dilución serán bombeadas desde el estanque ubicado en la Planta Concentradora.

2.5.2.3.7.6 Piscina de Emergencia

En la estación de válvulas se deberá contar con una piscina de emergencia para recibir el concentrado de la línea de descarga del disco de ruptura y de la conexión de drenaje del concentraducto.

Se considerará como criterio para el dimensionamiento de la piscina de emergencia un volumen igual al volumen drenable del tramo de cañería, más el 75% del volumen del tramo de cañería estimado con depositación de sólidos, es decir:

$$\text{Volumen piscina} = \text{Volumen drenable tramo de cañería} + 0.75 * \text{Vol. del tramo de cañería estimado con depositación de sólidos}$$

De lo anterior, el volumen de la piscina de emergencia estimado será de VS1: 2.280 m³.

2.5.2.3.7.7 Estación de Válvulas

En la estación de válvulas se instalará una válvula de corte para aislar el concentraducto de la estación y permitir la reparación, mantención o detenciones de emergencia.

Para las válvulas actuadas remotamente, el tiempo de cierre o apertura deberá ser ajustable en terreno entre 15 a 20 segundos para actuadores eléctricos, y de 5 a 10 segundos para actuadores a gas hidráulico.

2.5.2.3.7.8 Anillos Disipadores

El criterio de diseño de los anillos disipadores deberá asegurar que estos operen quietamente y tengan una razonable vida útil.

El material de los anillos disipadores deberá ser seleccionado para servicio continuo y abrasivo con concentrado. La velocidad en el anillo no deberá exceder 35 m/s, el índice de cavitación (razón Sigma) deberá ser mayor a 1,2 y la caída de presión no deberá exceder de 50 m. El anillo deberá ser de material cerámico para servicio prolongado con pulpa y deberá ser diseñado para ser removido del soporte de acero. El diseño de la

entrada deberá ser redondeada. Adicionalmente, los anillos en serie deberán ser dimensionados y espaciados para prevenir la cavitación.

La rama de anillos fijos (en línea) proveerá la contrapresión necesaria para prevenir que el concentraducto opere en acueducto en condiciones de flujo normal. Anillos variables (fuera de línea) proveerán la contrapresión adicional requerida para cubrir las variaciones en el rango de operación y las menores caídas de presión producto del desgaste por abrasión en los anillos fijos.

2.5.2.3.7.9 *Análisis Estático del Concentraducto*

El gradiente hidráulico en estado estacionario deberá tener al menos 30 mcf (metros de columna de fluido) en todo el trazado y en cualquier condición de operación.

La máxima presión de operación admisible (MAOP) de estado estacionario deberá superar la curva de gradiente hidráulico en una altura de presión de al menos 50 mcf (metros columna de fluido), en todo punto del trazado y en cualquier condición de operación. Esto, con el objeto de garantizar la resistencia de la cañería bajo presión interna.

En las zonas en que el Concentraducto pase cercano a lugares poblados, o cruces de ríos y carretera, el factor de seguridad para determinar la presión admisible del Concentraducto será de 110%, para el resto el factor de seguridad será de 80% de acuerdo a Norma ASME B31.11, Slurry Transportation Piping Systems.

2.5.2.3.7.10 *Dispositivos de Seguridad*

- *Alivio de presión en las estaciones*

Una válvula de seguridad deberá ser instalada en la línea de descarga de las bombas principales, aguas arriba de la válvula de corte. La presión de seteo de estas válvulas deberá ser al menos 10% mayor que la máxima presión de operación posible en la descarga de las bombas principales.

Discos de ruptura deberán ser instalados en las estaciones de válvulas. El punto de rompimiento (set-point) de estos discos deberá ser evaluado a través de modelos de transites en próximas etapas de Ingeniería.

El diseño de cada sistema de alivio deberá hacerse garantizando que la evacuación de flujo a través de los anillos disminuya efectivamente la sobrepresión en la línea de transporte.

- Determinación de la presión de ruptura de los discos

El dimensionamiento de los discos de ruptura deberá ser desarrollado en conjunto con el análisis de transientes del concentraducto. La holgura mínima entre la máxima presión de operación del sistema y la mínima presión de rompimiento de los discos de ruptura será de un 15%.

2.5.2.3.7.11 Equipos Mecánicos

En general, el diseño de equipos será responsabilidad del vendedor del equipo, el que debe ajustarse a todos los requerimientos indicados en las especificaciones técnicas y hoja de datos confeccionadas para ello.

Se emplearán criterios conservadores en el dimensionamiento de equipos en lo que respecta a capacidades y rendimientos. Se considerarán los requerimientos de capacidad máxima, holguras de diseño y frecuencia de operación requeridas por el proceso.

La partida de los equipos se considerará en condiciones de plena carga.

Todos los sistemas de operación continua, y otros equipos menores deberán considerar la instalación de un equipo stand-by o de reserva para garantizar el servicio permanente.

Otras consideraciones que se deben tener en cuenta son las siguientes:

- Seguridad
- Alta disponibilidad
- Características del lugar de trabajo
- Características específicas de los materiales
- Máximo armado en fábrica
- Capacidad de sobrecarga
- Estandarización de componentes para minimizar inventario
- Repuestos fácilmente disponibles
- Historia de operación comprobada en aplicaciones similares

- Bajo costo de operación
- Representación local y servicio

2.5.2.3.7.12 Monitoreo de Presiones

El concentraducto será diseñado para operar a presión en toda su longitud. Las presiones serán monitoreadas a lo largo del concentraducto en suficientes puntos para proveer al operador con suficiente información para identificar cualquier condición anormal.

2.5.2.3.7.13 Factor de Seguridad del ducto

En las zonas en que el concentraducto pase por lugares poblados, el factor de seguridad para determinar la presión admisible del concentraducto será de 70%, para el resto del concentraducto el factor de seguridad será de 80% de acuerdo a Norma ASME B31.11, Slurry pipeline. De acuerdo a Norma ASME B31.11, Slurry transportation piping systems, El factor para transientes será de 1,1.

2.5.2.3.8 Electricidad e Instrumentación para el Concentraducto

2.5.2.3.8.1 Condiciones Generales

Las instalaciones eléctricas y equipos deberán considerar las condiciones ambientales correspondientes a las áreas geográficas donde se construirán, ya sean en instalaciones interiores o a la intemperie.

El sistema de control será de diseño simple, considerando lo mínimo necesario para la protección de equipos y personas. La operación del sistema será fundamentalmente desde las salas de control, pero la totalidad de los equipos tendrán la posibilidad de ser operados localmente para efectos de mantención.

El sistema de control y los instrumentos deberán estar basados en tecnología de microprocesadores. Las señales análogas serán de preferencia de corriente continua de 4-20 mA y las señales digitales serán de 120 VAC o 24 DC según la disponibilidad de energía en el lugar.

Los elementos primarios (sensores), elementos de actuación y maniobra se instalarán en las líneas y equipos de proceso en la ubicación más apropiada para la función específica a desarrollar. Teniendo esto presente, se considerará para todos aquellos elementos que

requieran algún tipo de mantención o servicio, ubicaciones accesibles a los operadores y personal de mantención. De no ser posible definir ubicaciones de fácil acceso, se dispondrán las plataformas o escalas de uso restringido, necesarias para alcanzar los elementos.

Los gabinetes de PLC con sus regletas de entrada/salida, sistemas alimentadores, estabilizadores de voltaje, UPS, tableros de distribución, etc. se ubicarán en las salas eléctricas proyectadas (PS1-en sector Cerro Negro-, VS1, SM1 y TS1-en sector puerto).

2.5.2.3.8.2 Seguridad

Las instalaciones eléctricas y de instrumentación se diseñarán bajo el concepto de protección integral de los recursos y en orden de prioridad a la seguridad de las personas y el ambiente, después a los equipos y finalmente a la continuidad del proceso.

En el diseño de las instalaciones eléctricas de media y baja tensión, se deberán tener presente criterios de alta seguridad de servicio de éstas, compatibles con los requerimientos de operación de las plantas, de manera que asegure una adecuada y pronta recuperación del servicio ante fallas que se produzcan.

2.5.2.3.8.3 Vida útil de instalaciones eléctricas

Las instalaciones y el equipamiento eléctrico serán adecuados para operar en forma permanente 24 horas por día, durante los 365 días del año.

2.5.2.3.8.4 Sistema de Protección contra Incendios

Las salas eléctricas, de control y salas no atendidas en forma permanente, dispondrán de un sistema de detección de incendio que contará con detectores de humo y llamas, junto con pulsadores de alarma locales.

2.5.2.3.9 Sistema de Comunicación

La comunicación entre los PLCs y los equipos e instrumentos de a lo largo del concentrado, se realizará a través una red Ethernet y se materializará a través de un proyecto de comunicaciones de fibra óptica que comunicará la sala eléctrica de estación

de bombeo PS1, las salas eléctricas de la estación de válvulas VS1 y de monitoreo SM1, y la estación terminal TS1.

Este proyecto considera la instalación de fibra óptica monomodo de 12 fibras directamente enterrada, que seguirá el tendido de concentraducto hasta estación terminal (TS1). Se incluirán cajas de termofusiones en cada una de las salas eléctricas para realizar las respectivas derivaciones.

En cada estación se instalará una caja de terminaciones (split box) en la cual se instalarán y conectarán los Tranceiver.

2.5.2.3.9.1 *Estrategia Básica de Control*

El sistema de control será diseñado para satisfacer los siguientes objetivos generales:

- Proveer información a los operadores del estado del sistema que les permita tomar decisiones sobre el proceso y operación.
- Monitorear el proceso para detectar situaciones fuera del rango de operación del concentraducto.
- Controlar los equipos de proceso (bombas, válvulas, etc.) necesarios para mantener el sistema dentro de los parámetros operacionales.
- Generar un registro histórico de variables de proceso que permita un análisis de la operación del sistema.

El sistema será controlado ya sea desde la sala de control del concentraducto ubicada en la estación de bombeo (PS1), o bien desde las consolas secundarias ubicadas en la sala de control de la Planta de Filtros en el puerto.

El control será diseñado como un SCADA ('System Control and Data Acquisition', Sistema de Control y Adquisición de Datos) exclusivo para el concentraducto, conformado por una red de PLC Modicom Quantum y estaciones de control con software HMI Intouch de Wonderware, bajo sistema operativo MS Windows XP Pro. Se contará en ambas salas de control con dos estaciones MHI de operación, más una estación de ingeniería ubicada en la sala de control de la estación de bombas (PS1).

Este SCADA se comunicará con los sistemas de control tanto de la Planta concentradora en Cerro Negro Norte como de la Planta de Filtros, reportando todas las variables de proceso.

El sistema de comunicaciones contemplará una red ethernet TCP/IP Modbus. Se considerará un anillo que comunique desde la estación de bombeo (PS1) hasta la

estación terminal (TS1), pasando a través de la estación de válvulas (VS1) y estación de monitoreo (SM1).

En cada estación se instalarán los equipos necesarios para el cambio de medio fibra óptica/eléctrico, más un switch que comunicará el PLC con la red.

Se incorporará un 'Sistema de Control Experto y Detector de Fugas' independiente del SCADA, comunicado a través de la red ethernet. Este sistema tendrá programada una lógica de apoyo a la operación del concentrado, que facilite al operador la detección de estados fuera del rango de operación y ayude a la optimización de la operación. También contará con un sistema de detección de fugas temprana, que permita detectar y ubicar una fuga o bloqueo en la cañería.

2.5.2.3.9.2 *Instrumentación de Terreno*

Los elementos instalados en terreno deberán tener protección tipo NEMA 4. Los paneles instalados en salas eléctricas o en ambientes controlados, poseerán protección NEMA 12.

El principio de medición será el más adecuado a las condiciones particulares de la variable a medir, tomándose en consideración la experiencia exitosa que pudiera demostrar el fabricante en aplicaciones similares.

Los equipos de tecnología basada en microprocesadores, deberán contar con memoria no volátil para mantener la información programada (configuración, calibración, etc.) en caso de falla o desconexión del suministro de energía.

Los interruptores serán de contacto seco, diseñados para 10A y 120 VAC/50 Hz. Los contactos de alarma serán tipo "falla segura", cerrado en condición normal con relé energizado y abierto en alarma o enclavamiento (relé sin energía).

Para el conexionado eléctrico, el encapsulado de los elementos de terreno deberá poseer perforaciones para conduit de ½" como mínimo. Para el conexionado neumático, los orificios serán de ¼" NPT.

Todos los elementos deberán disponer de una leyenda metálica de acero inoxidable adherida o colgante conteniendo el Tag del equipo.

2.5.2.4 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Operación Sector Acueducto/Concentraducto.

No se generarán emisiones ni residuos durante la etapa operación en el sector Acueducto/Concentraducto, ya que de existir algún residuo, se materializarán en los sectores de Cerro Negro Norte o Punta Totoralillo (Sectores de entrada y/o salida de los ductos).

2.5.3 Sector Punta Totoralillo

2.5.3.1 Antecedentes Generales

El sector Punta Totoralillo corresponderá a la Estación Terminal del Concentraducto, en donde se realizarán las operaciones de recepción y filtrado de la pulpa de concentrado de hierro para filtrarlo y almacenar el producto pellet feed con una humedad promedio de 9%.

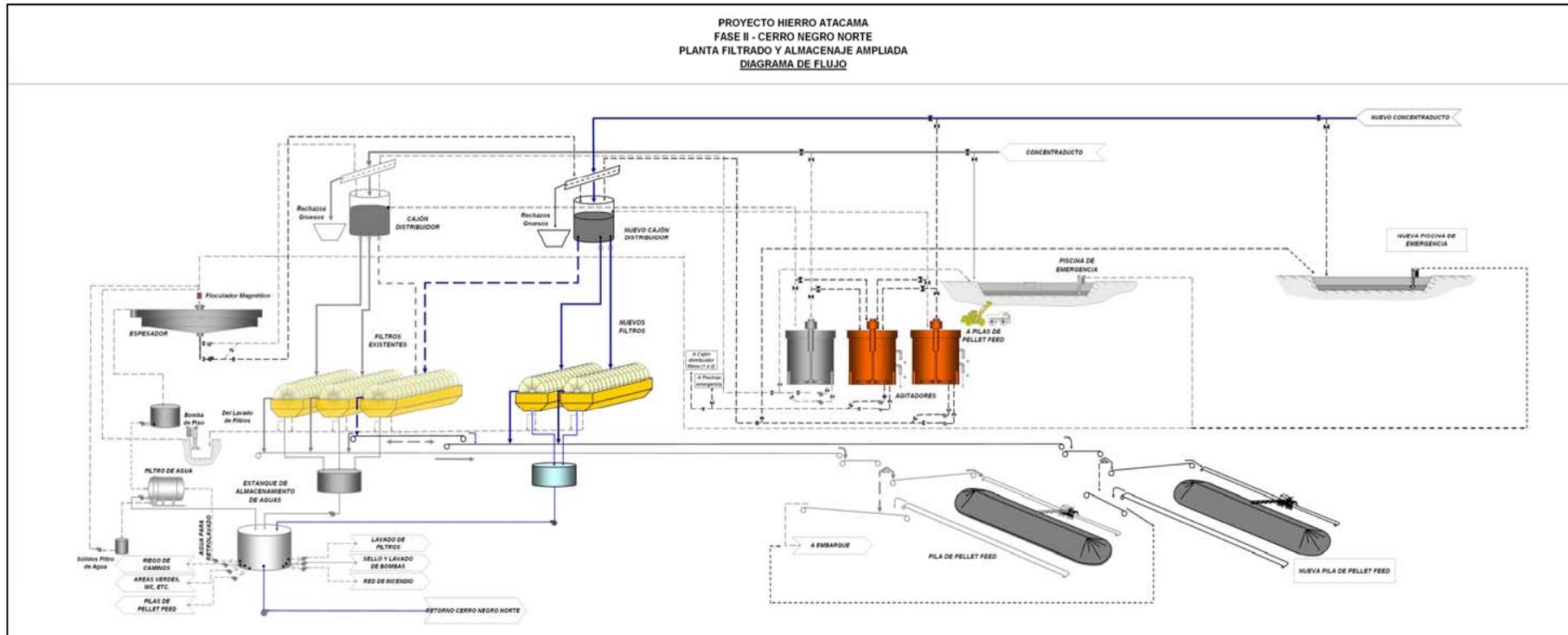
A continuación se presenta a modo de resumen, una breve descripción de las actividades que se mencionan:

- Actividades en el área terrestre:
 - Recepción de concentrado de hierro en pulpa
 - Filtrado y obtención de pellet feed
 - Acopio de pellet feed
- Actividades de administración y mantenimiento
 - Actividades de administración
 - Actividades de mantención de infraestructura y equipos

Las actividades y maniobras en el área marítima no se modifican, se mantienen las obras y acciones aprobadas en la RCA 070/2005 y en la Resolución N°161/2006.

La siguiente figura muestra un diagrama de bloques del proceso de operación del puerto.

Figura 2-27: Diagrama de flujo del Puerto Punta Totoralillo



2.5.3.2 Actividades en el área terrestre

2.5.3.2.1 *Recepción de concentrado de hierro en pulpa*

Las actividades en Punta Totoralillo se inician en las instalaciones de recepción del concentrado de hierro en forma de pulpa a través del concentraducto; en esta instalación se disipará la presión interna del ducto y la presión de descarga de la pulpa, la que luego será transportada a la unidad alimentadora de los espesadores que constituyen el segundo paso del proceso. El flujo de alimentación a los espesadores se somete a la acción de un campo electromagnético cuyo propósito es aglomerar las partículas de magnetita.

En esta estación terminal "TS1" parte del volumen de la piscina de emergencia puede ser absorbido por el volumen disponible en estanque (s) de almacenamiento de concentrado de la estación terminal, es decir:

$$\text{Volumen piscina TS1} = \text{Vol. drenable tramo de cañería} + 0.75 * \text{Vol. del tramo de cañería estimado con depositación de sólidos} - \text{Vol disponible estanque de concentrado TS1}$$

De lo anterior, se estima que el volumen de la piscina de emergencia de la estación Terminal es de TS1: 3.130 m³.

2.5.3.2.2 *Espesadores*

El propósito de los espesadores es la concentración de la pulpa desde un 65% a un 72% de sólidos, acondicionando la materia prima para la etapa de filtrado. El bajo flujo del espesador alimenta por gravedad a un distribuidor, desde donde las bombas, alimentan a los filtros de cerámica.

2.5.3.2.3 *Sistema de Filtros de Cerámica*

Una vez que el concentrado sale del sistema espesador, es desmagnetizado y entregado al sistema de filtros de cerámica.

Cada filtro se conforma de un tambor rotatorio con discos de cerámica, cuyo funcionamiento permite que en su superficie se deposite por capilaridad del agua, la

fase sólida de la pulpa. Como producto de esta etapa, se obtiene concentrado de hierro o Pellet Feed con un 9% de humedad. El pellet feed es retirado desde los discos mediante un sistema de “cuchillas” que forman parte de la misma unidad de filtros y posteriormente depositado en transportadoras de cinta que conducen el mineral a las pilas de acopio.

2.5.3.2.4 *Circuito de agua*

El circuito del agua que compone la pulpa de concentrado de hierro considera enviar el sobreflujo del espesador, cuyo contenido de sólidos sedimentables es inferior a 700 ppm, a un primer estanque de 200 m³ que alimentará un filtro de tela Polishing, cuyo propósito es la retención de sólidos.

Desde dicho filtro de tela y mediante una bomba se envía el agua limpia a un estanque principal (2.500 m³); los sólidos sedimentables acumulados en el interior del filtro de tela, son removidos mediante aplicación de retrolavado (utilizando agua limpia del estanque de 2.500 m³) y enviados al espesador.

El volumen de aguas (~324 m³/h) generado en el proceso de filtrado de la pulpa, será conducido al estanque principal de almacenamiento de aguas de capacidad 2.500 m³. Posteriormente el agua recuperada del proceso de filtrado tanto de la Fase I (~40 l/s) como de la Fase II (~50 l/s), será recirculado al sector de Cerro Negro Norte.

En caso de emergencia, el efluente será dispuesto en el medio marino a través del emisario existente, fuera de la Zona de Protección Litoral, dando cumplimiento al D.S. 90/2000 del MINSEGPRES.

2.5.3.2.4.1 *Características Físico-Químicas del Efluente*

En el Anexo 2.8 se presentan los análisis del agua proveniente de la planta de filtrado en el puerto de la Fase I y Fase II y se concluye que sus concentraciones, con relación al D.S. N°90/2000, relativo a descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos por dicho decreto, según lo indicado en el artículo por el artículo 4.4.3, Tabla N° 5 “Límites Máximos Permitidos para la Descarga de Residuos Líquidos a Cuerpos de Aguas Marinas fuera de la Zona de Protección Litoral”.

2.5.3.2.5 *Sistema de correas transportadoras*

Este sistema permitirá que el pellet feed proveniente de la Planta de Filtrado sea inicialmente acopiado con capacidad de 850.000 toneladas en total (500.000 ton originales y 350.000 ton debido a este proyecto), operación que será realizada por el apilador viajero. La tasa de acopio de las pilas es de 1.100 t/hr, lo que permite una generación diaria de hasta 26.000 toneladas.

La transferencia desde las pilas de acopio al sistema de correas que finalmente entregarán el pellet feed a las naves, se inicia con la operación de cargadores frontales que extraerán el mineral desde las pilas y las depositarán en chutes móviles sobre las transportadoras de cintas dispuestas en el área. Cabe señalar que la plataforma de acopio contará con un sistema de aspersores que permitirá mantener el pellet feed en un nivel de humedad apropiado, evitando su dispersión con el viento, de igual forma, la mayor cantidad de correas se presentan protegidas o encapsuladas, con cubiertas móviles superiores que protegen de la acción del viento y todas presentan bandejas inferiores de recuperación, lo que permite que el sistema sea muy eficiente desde un punto de vista productivo y ambiental.

2.5.3.3 *Actividades de administración y mantenimiento.*

En general comprenden las actividades habituales de administración del recinto portuario, del trabajo asociado al funcionamiento de equipos y procesos del área terrestre y portuaria, las que no variarán en relación al proyecto existente.

2.5.3.4 *Energía*

La alimentación para las instalaciones del puerto, así como para la estación de bombeo PS-II1 de la impulsión Puerto Totoralillo a Mina Cerro negro Norte, será utilizando las instalaciones generadoras del puerto.

2.5.3.5 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Operación en Sector Punta Totoralillo

Durante la etapa de operación del Sector Punta Totoralillo, el proyecto generará los siguientes residuos, efluentes y/o emisiones:

- Emisiones a la atmósfera: Producto del transporte y movimiento de material.
- Ruido y vibraciones: Debido al movimiento de materiales y a la utilización de maquinaria pesada.
- Luminosidad El proyecto generará emisión lumínica durante la noche.
- Residuos líquidos: aguas servidas del personal.
- Residuos sólidos:
 - q) Residuos de operación.
 - r) Residuos sólidos asimilables a domésticos: papeles, restos de comida, etc.
 - s) Residuos sólidos industriales no peligrosos: piezas de repuesto y mantenimiento, residuos de operación, etc.
 - t) Residuos sólidos industriales peligrosos: aceites, restos de pintura, envases de productos químicos, baterías, etc.,

A continuación se presenta la identificación y caracterización de cada uno de estos residuos, efluentes y/o emisiones.

2.5.3.5.1 *Emisiones a la atmósfera*

Las emisiones atmosféricas asociadas a esta etapa se describen en Anexo 2.6.

2.5.3.5.2 *Ruido*

Se estima que las emisiones de ruido asociadas a la etapa de operación del Puerto, no superarán los 70 dB de nivel total de emisión (Ruido de fondo + Proyecto).

2.5.3.5.3 Luminosidad

El proyecto generará emisión lumínica durante la noche, no obstante, se utilizarán luminarias que permitan cumplir lo establecido en DS 686/98 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que establece la *Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica* en II, III y IV región.

2.5.3.5.4 Residuos Líquidos

Durante la etapa de operación, las aguas servidas domésticas generadas en las diversas instalaciones del puerto, de origen en los servicios higiénicos (baños y duchas) y comedor y en su conjunto, serán enviadas a la planta de tratamiento de aguas servidas domésticas existente en el puerto.

Los residuos líquidos asociados a la etapa de operación del puerto corresponden a 0,5 m³/día de aguas servidas.

En casos de emergencia, el agua de proceso proveniente del filtrado de Pellet Feed, será dispuesta mediante un emisario existente fuera de la zona de protección litoral, dando cumplimiento a los parámetros establecidos por el D.S. 90.

2.5.3.5.5 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos que serán generados durante la etapa de operación son los siguientes:

Tabla 2-50. Residuos Sólidos en la Etapa de Operación en Sector Puerto

Etapa	Residuos generados	Cantidad (ton/año)
Operación	Residuos domiciliarios: Residuos orgánicos provenientes de comedores, asimilables a domiciliarios provenientes de las oficinas, etc.	2
	Residuos industriales no peligrosos: Excedentes metálicos o chatarra.	5

Etapa	Residuos generados	Cantidad (ton/año)
	Residuos industriales peligrosos: Reactivos de descarte de laboratorio, solventes, tambores con pintura y aceites	1

2.5.3.5.5.1 Residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios

La mayor cantidad de residuos generados durante esta etapa está asociada a residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios, los que serán dispuestos temporalmente en contenedores ubicados en las distintas áreas de trabajo, hasta su posterior retiro y disposición final en el Relleno Sanitario de Caldera. Debido a que la cantidad de operarios en el puerto producto de la implementación del Proyecto CNN, es mínima, se estima que la generación de estos residuos será similar a la autorizada actualmente, que se estima en 150 kg/día.

2.5.3.5.5.2 Residuos industriales no peligrosos

Para la etapa de operación en el puerto, se mantiene lo señalado para los residuos industriales no peligrosos en la etapa de construcción, es decir:

Los residuos industriales no peligrosos que serán generados por la operación del proyecto (excedentes metálicos o chatarra) serán acopiados en forma ordenada en un patio de almacenamiento transitorio. El acopio de estos residuos se realizará en un sector delimitado e identificado, evitando de esta manera posibles incompatibilidades con residuos industriales peligrosos, los cuales también serán almacenados dentro del mismo recinto; logrando de esta manera un manejo seguro de los residuos, que se enmarque en la política ambiental de CMP.

Cuando sea posible se preferirá la venta o reciclaje de estos residuos. En caso que esto no sea posible, serán llevados a disposición final en botaderos de residuos industriales no peligrosos, debidamente autorizados por la autoridad competente.

Aquellos residuos que puedan ser reutilizados, serán trasladados en camiones tolva debidamente encarpados hasta el lugar de recepción de ellos para su posterior reutilización. La frecuencia de traslado de los residuos quedará condicionada a la generación de los mismos.

2.5.3.5.5.3 Residuos industriales peligrosos

Los residuos industriales peligrosos que serán generados por la operación del proyecto (reactivos de descarte de laboratorio, tambores con restos de aceites y pinturas) serán acopiados temporalmente al interior del patio de acopio, en forma ordenada, dentro de contenedores adecuados a la naturaleza del residuo a almacenar, en un sector delimitado e identificado dentro del patio de acopio, dando especial énfasis en la segregación de sustancias incompatibles y en impedir la ocurrencia de mezclas de residuos que pudieran modificar la condición del mismo (especialmente entre residuos peligrosos y no peligrosos).

Con relación a los residuos originados por los reactivos de descarte de laboratorio, estos serán devueltos a los proveedores en sus envases de retorno o entregados a una empresa autorizada (Hidronor o equivalente). Cada envío será debidamente informado a la Autoridad Sanitaria y a CONAMA III Región.

2.6 DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE CIERRE

A continuación se presentan las acciones, obras y medidas que se llevarán a cabo durante la etapa de cierre del proyecto que permitan garantizar el cuidado del medio ambiente. Los antecedentes presentados en esta sección representan el lineamiento general que el titular empleará durante la realización de la etapa de cierre del proyecto.

El plan detallado será presentado oportunamente a las autoridades competentes para solicitar el permiso sectorial correspondiente.

Los Artículos 22 y 23 del *Reglamento de Seguridad Minera* (D.S. N° 72 de 1986 SERNAGEOMIN) establecen que previo al inicio de explotación minera⁴, el titular deberá presentar el *Método de Explotación* y un *Proyecto de Plan de Cierre*. Establece, además, que el Plan de Cierre deberá ser revisado, por lo menos, cada cinco años y que antes de cualquier modificación significativa se deberá presentar nuevamente el *Método de Explotación* y el *Proyecto de Plan de Cierre*.

El Título X del mismo reglamento establece que el *Proyecto de Plan de Cierre* debe contener, al menos, lo siguiente:

1. Para *Proyectos de Plan de Cierre de Minas Rajo Abierto*
 - a. Desmantelamiento de instalaciones, si fuere necesario,
 - b. Cierre de accesos,
 - c. Sellado de bocaminas y/o piques a superficie,
 - d. Estabilización de taludes,
 - e. Señalizaciones,
 - f. Cierre de almacenes de explosivos,
 - g. Caracterización de efluentes.
2. *Proyectos de Plan de Cierre de Depósitos de Relaves*
 - a. Desmantelamiento de instalaciones,
 - b. Secado de lagunas de aguas claras,
 - c. Mantenimiento de canales perimetrales,
 - d. Sistema de evacuación de aguas lluvias,
 - e. Cierre de accesos,

⁴ Igualmente necesario para instalar botaderos de estériles, relaves y rípios de lixiviación

- f. Recubrimiento de cubeta y taludes,
 - g. Estabilización de taludes,
 - h. Señalizaciones,
 - i. Cercado de torres colectoras,
 - j. Instalación de cortavientos,
 - k. Compactación de berma de coronamiento,
 - l. Piscinas de emergencia
 - m. Construcción de muro de protección al pie del talud,
 - n. Habilitación de vertedero de emergencia, y
 - o. Medidas de reparación
3. *Proyecto Plan de Cierre de Botaderos y Ripios de Lixiviación*
- a. Construcción de diques interceptores y canales evacuadores de aguas lluvia,
 - b. Estabilización de taludes,
 - c. Cubrimiento con membranas impermeables y/o suelo natural, u otros,
 - d. Compactación y definición de pendientes de superficie, y
 - e. Lavado de ripios.
4. *Proyecto de Plan de Cierre de Caminos*
- a. Evaluar los caminos que se dejarán transitables y los caminos que deben ser cerrados
 - b. Señalizaciones, y perfilamiento de caminos
5. *Proyecto de Plan de Cierre de Plantas, Edificios e Instalaciones auxiliares*
- a. Desmantelamiento de instalaciones, edificios, equipos y maquinarias, cuando fuese necesario,
 - b. Desenergizar instalaciones,
 - c. Cierre de accesos, Estabilización de taludes,
 - d. Señalizaciones,
 - e. Retiro de materiales y repuestos,
 - f. Protección de estructuras remanentes.
6. *Proyecto de Plan de cierre de Manejo de Residuos y otros*
- a. Retiro de escombros, Protección de estructuras remanentes,
 - b. Retiro y disposición final de residuos que no permanecerán en el lugar, Cierres y letreros de advertencia, y
 - c. Disposición final de residuos que permanecerán en el lugar.

De esta manera, el plan de cierre detallado, será presentado a la autoridad antes de comenzar la explotación del yacimiento.

Sin perjuicio de lo anterior, a continuación se describen las medidas de cierre generales a ejecutarse en las diversas instalaciones y obras del proyecto.

2.6.1 Plan de cierre Sector Cerro Negro Norte

2.6.1.1 Yacimiento Minero

El rajo abierto permanecerá como una obra remanente del proyecto. El diseño geotécnico de los taludes otorgará una condición estable durante el período de operación; sin embargo, es probable la ocurrencia de derrumbes locales en el largo plazo producto de sismos de gran intensidad. De ocurrir desprendimientos, éstos quedarán confinados dentro del rajo y no alcanzarán sectores de acceso público.

Este riesgo no presentará problemas debido a que una vez terminadas las actividades mineras, los accesos serán clausurados mediante el corte de caminos o levantamiento de bermas y se instalará señalética de advertencia de peligro en sectores aledaños.

El polvorín será desmantelado y las materias primas sobrantes (mechas, explosivos, etc) de la etapa de operación serán devueltos al distribuidor.

2.6.1.2 Botaderos de Estéril

Los botaderos será otra obra remanente del proyecto. En esta obra se asegurará que los taludes también serán estables durante el período de operación. No obstante, una vez abandonada la faena minera, sismos de gran intensidad podrían provocar deslizamientos locales o desprendimientos de material. Considerando este riesgo, se clausurarán los caminos de acceso a botaderos, se instalará señalética de advertencia de peligro en los terrenos adyacentes.

Para asegurar la estabilidad se realizará, un análisis de estabilidad, tomando en consideración el mayor sismo que pueda ocurrir en la zona dentro de un período de a lo menos 25 años.

2.6.1.3 *Instalaciones de Procesos (Plantas)*

Durante el cierre se lavarán las instalaciones y equipos de proceso en los que se empleen reactivos o productos químicos antes de proceder con el desmantelamiento. El agua residual será manejada como agua de proceso, contemplándose su envío a algún sitio de disposición permitido para aguas con las características físico-químicas de las aguas generadas. De igual forma se limpiarán los pisos y sumideros antes de proceder con la demolición de concretos.

Los equipos de proceso y obras anexas serán desmontados y destinados a reventa, reciclaje de materiales o disposición final como residuo industrial.

Las fundaciones de concreto de las estructuras serán removidas hasta el nivel del terreno, de manera que éste quede nivelado. Al igual que los equipos o demoliciones anteriores, las estructuras removidas serán destinadas a reventa, reciclaje de materiales o disposición final como residuo industrial.

2.6.1.3.1 *Estanques de Almacenamiento de Combustible e Infraestructura Relacionada*

Los estanques de almacenamiento de insumos serán vaciados completamente y cualquier remanente será utilizado, limpiado o devuelto a proveedores, de acuerdo al volumen sobrante. Los estanques retirados serán clasificados para su reventa, reutilización o disposición final.

El suelo alrededor de estos estanques será muestreado para determinar si existe algún grado de contaminación. El suelo eventualmente contaminado será excavado y dispuesto en tambores metálicos u otros recipientes adecuados, y enviados a algún sitio de disposición autorizado.

2.6.1.3.2 *Edificios de Administración y Taller de Mantenimiento*

Los edificios e infraestructura relacionada serán desmantelados, lavados y removidos para su reutilización, entrega en donación o disposición final. Dependiendo de los requerimientos finales para el monitoreo del abandono del proyecto, algunos edificios podrían mantenerse en el sitio.

La infraestructura de los talleres será removida teniendo especial cuidado para aislar el material o las áreas que hayan estado en contacto con sustancias o soluciones

peligrosas. Estos materiales serán limpiados y el agua que haya sido utilizada para tal fin será tratada o enviada a algún sitio de disposición autorizado.

2.6.1.3.3 Instalaciones para el Manejo de Residuos

Los lugares que se hayan utilizados para almacenamiento de residuos peligrosos, darán cumplimiento a los requerimientos para la etapa de cierre establecidos en los Artículos 66 y 67 del Reglamento sobre manejo de residuos peligrosos (D.S. N° 148). Entre estos requerimientos destacan los siguientes:

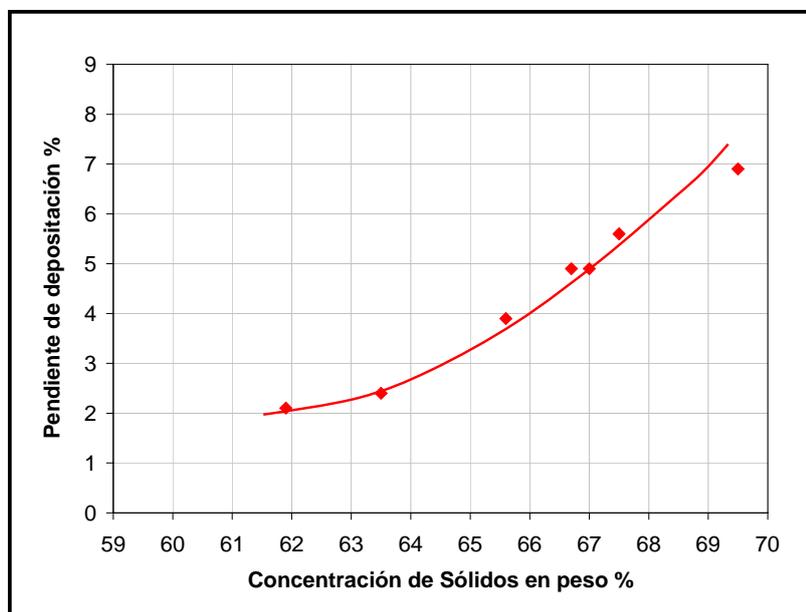
- En caso de que se pudiesen generar líquidos en el sitio, se mantendrá y operarán sistemas de recolección y tratamiento de líquidos
- Si se pudiesen generar gases, se mantendrá y operará un sistema de control y monitoreo de gases.
- Los sitios se mantendrán cerrados y se controlará el acceso de personas al sitio.
- Se colocará y mantendrá señalización indicando que el sitio fue utilizado para la disposición de residuos peligrosos.

La infraestructura asociada al control en el área será desmontada y destinada a la venta, reciclaje de materiales o disposición final como residuo industrial.

2.6.1.4 Embalse de Relaves Espesados

Los taludes de esta obra serán estables durante el período de cierre, ya que fueron dispuestos con el talud natural de depositación que será cercano al 5% tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2-28: Pendiente de depositación de relaves espesados



Por lo anterior, no se espera que ocurran deslizamientos locales o desprendimientos de material en el embalse de relaves.

Se contempla en esta etapa, la elevación de la revancha del muro hasta 6 m y la construcción de un vertedero de emergencia final para crecidas milenarias.

Se considera clausurar los caminos de acceso, instalar señalética de advertencia de peligro los terrenos adyacentes y mantener hasta el final del cierre actividades de supervisión.

2.6.1.5 Acueducto de Complemento

Se procederá a restituir los terrenos intervenidos a un nivel similar al existente antes de la instalación del ductos, con el fin de permitir el drenaje natural en superficie.

Aquellas construcciones bajo suelo se mantendrán enterradas y selladas. Se colocarán rellenos masivos de material común sobre excavaciones y plataformas de hormigón cuya cota superior, se encuentre a nivel del suelo.

Las estaciones de bombeo asociadas al acueducto de complemento, como toda la infraestructura asociada a ellas, serán desmanteladas para su reutilización y/o disposición final. Los cimientos serán demolidos y se usarán como relleno, o se

depositarán en el área de los botaderos mineros. El área será nivelada para mantener la compatibilidad con sus alrededores.

Se instalará señalización adecuada, de prevención y alerta, dentro del área del trazado del ducto.

2.6.1.6 Caminos Internos y de Acceso

El acceso a las áreas del proyecto estará restringido durante y después del cierre. Se mantendrá un número mínimo de caminos internos con el objetivo de realizar monitoreos e inspecciones de áreas específicas de la propiedad. Los caminos que se mantengan estarán debidamente señalizados para garantizar la seguridad de las personas que realicen monitoreos, inspecciones y/o mantenciones según corresponda.

2.6.1.7 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Abandono en el Sector Cerro Negro Norte

2.6.1.7.1 Emisiones atmosféricas

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar el arrastre de relaves por erosión eólica para dar cumplimiento a la calidad del aire según lo establezca la legislación vigente. La medida que se adopte se basará en tecnología disponible al momento del cierre, costos y eficiencia de las alternativas (fitoestabilización, recubrimiento con mallas, paneles solares, etc.).

2.6.1.7.2 Residuos Líquidos

Debido a que las condiciones climáticas en las que se emplaza el proyecto (Ver Capítulo de Línea Base) indican que existe un significativo déficit hídrico en la zona (escasez de precipitaciones y elevada tasa de evaporación), no se anticipa la generación de drenajes líquidos en la base del depósito.

2.6.2 Plan de Cierre Sector Acueducto/Concentraducto

2.6.2.1 Actividades Generales de Cierre

Las acciones que se detallan a continuación son similares tanto para el acueducto, como para el concentraducto.

En todos los casos, se procederá a restituir los terrenos intervenidos a un nivel similar al existente antes de la instalación de los ductos, con el fin de permitir el drenaje natural en superficie.

Aquellas construcciones bajo suelo se mantendrán enterradas y selladas. Se colocarán rellenos masivos de material común sobre excavaciones, piscinas, y plataformas de hormigón cuya cota superior, se encuentre a nivel del suelo.

Las estaciones de bombeo asociadas a cada ducto, como toda la infraestructura asociada a ellas, serán desmanteladas para su reutilización y/o disposición final. Los cimientos serán demolidos y se usarán como relleno, o se depositarán en el área de los botaderos mineros. El área será nivelada para mantener la compatibilidad con sus alrededores.

Se instalará señalización adecuada, de prevención y alerta, dentro del área del trazado de todos los ductos.

2.6.2.2 Manejo y Disposición de Residuos, Efluentes y/o Emisiones durante la Etapa de Abandono en el Sector Acueducto/Concentraducto

Durante la etapa de abandono, se generarán residuos industriales sólidos no peligrosos (principalmente de demolición), debido a las actividades de desmantelamiento.

Estos residuos serán adecuadamente gestionados e informados en el plan de cierre y abandono que se entregará a CONAMA III Región o a la autoridad competente.

No se generarán otro tipo de emisiones y/o residuos.

2.6.3 Plan de Cierre Sector Punta Totalillo

No se contempla el abandono del Puerto, sin embargo, podrán realizarse modificaciones a las instalaciones portuarias si las condiciones del mercado o tecnológicas así lo ameritan. De acuerdo al tipo de modificaciones estas serán ingresadas al SEIA, o debidamente informadas a CONAMA III Región.

En caso que se resuelva cerrar el Puerto, se solicitarán los permisos correspondientes con un plazo no inferior a 24 meses, indicando las actividades a realizar y las obras que se contemplan en el abandono, como lo señala la RCA N°070/2005 y la Resolución N°161/2006.