



RESUMEN EJECUTIVO PROYECTO MINERO “MAR Y CIELO”

Dr.Cs. Antonio Vilches Vera
Ingeniero Civil Minas
Perito Mensurador Sernageomin

1 RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto minero Mar y Cielo tiene como objeto la explotación de mineral de manganeso a cielo abierto, su concentración en una planta de beneficio y la exportación del concentrado de Mn resultante a través del puerto de Arica en dos etapas, la primera etapa comenzará su producción en un plazo de 6 meses de recibido el capital de inversión de diez millones de dólares, la segunda etapa contempla la construcción de una planta concentradora, una planta de energía solar y una estación de ferrocarril que demandará una inversión aproximada de ciento ochenta millones de dólares, el valor de la planta solar es de US\$ 110 millones

Los estudios realizados por Minera Mar y Cielo han definido la existencia de recursos de mineral de Manganeso que exceden los 600 millones de toneladas (Mt), con una ley promedio de 47% de Mn. El Proyecto Mar y Cielo ha configurado un Plan Minero con una tasa de extracción del orden de 220.000 Toneladas de mineral por mes y exportar aproximadamente 1,3 millones de toneladas por año (Mt/a) de concentrado de Mn. Lo anterior significará una vida útil de 22,8 años aproximadamente con las actuales exploraciones que son menores al 30% del total de la concesión minera.

El Proyecto se desarrollará sobre una superficie total cercana a 1.200 ha y comprenderá tres componentes principales: 1) Complejo Minero, 2) Ferrocarril, y 3) Terminal Portuaria.

1.1 COMPLEJO MINERO

El Complejo Minero, está localizado en la Región de Arica y Parinacota, a 175 km de Arica. Las campañas de exploraciones han permitido establecer que la mineralización de manganeso se encuentra presente en una longitud de 3,0 kilómetros, con anchos de hasta 700 metros. El cuerpo mineralizado se puede caracterizar como cuerpo tabular superficial de alta ley in-situ, lo que favorece la explotación mediante métodos convencionales de rajo abierto, con profundidades entre 20 y 30 metros. Las campañas de exploraciones nos han permitido estimar hasta el momento recursos potenciales del orden de 60,4 millones de toneladas, con un contenido aproximado de 40 a 51% Mn en solo 360 Ha de las 1.200 Ha que aún faltan explorar.

Las principales instalaciones que conformarán el Proyecto serán: Rajo Mina, Botaderos de estéril, Planta de procesos (chancado y concentración), Botadero de material de rechazo, Depósito de lamas, Infraestructura de apoyo en faena e instalaciones para el acopio de concentrado y carguío en Arica.

El Proyecto contempla las siguientes actividades principales:

- Explotación de minerales mediante técnicas convencionales de rajo abierto, a una tasa de extracción del orden de 220.000 toneladas de mineral mensual. El transporte de material extraído en la mina (estéril o mineral) se realizará mediante camiones con capacidad de carga de 50 toneladas. El material estéril será transportado hasta los botaderos de estéril para su disposición final, mientras que los minerales serán transportados hasta el alimentador del chancador primario. La velocidad promedio de los camiones será de 22 km/h, tanto cargados como descargados.
- Disposición de material estéril en botaderos. Durante la ejecución del Proyecto, se construirán un total de dos botaderos para la disposición final del material estéril. Estos botaderos tendrán una capacidad total de almacenamiento de hasta 30 millones de toneladas de estéril.
- Preparación mecánica de los minerales, consistente en la reducción de tamaño mediante una planta de chancado en tres etapas, operada en circuito cerrado.
- Concentración de los minerales mediante métodos de separación por medios densos.
- Eliminación de la fracción fina mediante lavado. Las partículas extra finas removidas del proceso mediante harneado, serán espesadas para recuperar el agua para reutilización, y posteriormente almacenadas en un depósito permanente de lamas.
- Transporte del producto final mediante camiones hasta un acopio temporal en mina, a la espera de ser embarcado vía ferrocarril hasta su destino final.

1.2 FERROCARRIL

El mineral concentrado será dispuesto en un sitio de acopio temporal en la faena y sometido a ensayos en el laboratorio. El concentrado será clasificado y transportado mediante trenes hasta el puerto de Arica. El transporte se realizará utilizando el ferrocarril Arica La Paz vías que pasan a una distancia de 37 km de la mina, se construirá un desvío férreo para vagones de carga, los vagones vacíos se ubicaran en estación embarque de la planta de concentrado donde esperarán carga, una vez completada la carga el convoy será recogido por locomotora para llevarlos a puerto, al mismo tiempo dejara un nuevo convoy para la siguiente carga. El Mn se embolsará en maxi sacos los que a su vez se cargaran en contenedores, estos se cargarán en vagones del ferrocarril y posteriormente en barcos en el puerto de Arica.

1.3 TERMINAL PORTUARIA

En el terminal portuaria, los contenedores transportados por el ferrocarril Arica – La Paz serán consolidados y posteriormente cargados en barcos de alto tonelaje, para el transporte al puerto de compra. Toda la operación portuaria será contratada a empresas de servicios certificadas que operan en el puerto Arica, en este lugar se volverán a tomar análisis de muestras químicas del producto de acuerdo al protocolo de embarque.

1.4 ENERGÍA Y MANO DE OBRA

El consumo total de energía del emprendimiento será de aproximadamente 10 MW, potencia que será suministrada por una planta de energía solar, ya se han hecho los estudios de radiación y es una zona con una alta concentración solar muy favorable para este tipo de energías renovables. La planta se emplazará al sur oriente del rajo de la mina, esta iniciativa consistirá en la instalación de 166.698 módulos fotovoltaicos que alcanzarán una potencia instalada de 50MW y tendrá una producción anual de energía de 98 GWh/año, todo lo cual significará una inversión de USD \$110 millones de dólares.

El objetivo principal de esta iniciativa está orientado a la generación de energía para inyectarla al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), lo que permitirá abastecer de energía eléctrica a nuestras instalaciones, la industria, el comercio y también a la población, colaborando con ello a asegurar un bien básico, como es la electricidad en los hogares.

La cantidad de personal que se necesitará para la construcción del proyecto será un promedio de 300 trabajadores, con picos de ocupación que podrán alcanzar los 700, de los cuales aproximadamente 300 se ocuparán en el Complejo Minero (incluyendo la construcción del alojamiento permanente), 150 en el desvío ferroviario y 250 en la planta fotovoltaica.

1.5 CAPITAL REQUERIDO

Se estima que el capital requerido para iniciar el proyecto es de US\$10 millones, la alta ley del Manganeso permite su venta sin concentrar como primera etapa y no requiere Estudio de Impacto Ambiental sólo requiere permiso del Sernageomin D.S. 95 2001. En esta primera etapa se considera la explotación hasta 60.000 ton/m en el plazo 6 meses de recibido el capital, en esta primera etapa se realizará la ingeniería básica, Estudio de Impacto Ambiental y la Ingeniería de detalle para la segunda etapa.

En una segunda etapa se considera la construcción de una planta de concentradora, una planta de energía solar y una estación de Ferrocarril con una inversión estimada en US\$180 millones.

1.6 CRONOGRAMA DEL PROYECTO (segunda etapa)

El cronograma contempla que la construcción se iniciará con la emisión de la Autorización Ambiental Previa (AAP). A partir de esa fecha se requiere un año para completar las tareas correspondientes a la construcción de las instalaciones del proyecto.

La alta ley del mineral permite su comercialización sin concentrar y en este escenario **en el primer año se puede iniciar la operación reemplazando el EIA por una DIA.**

La operación se propone con un horizonte de aproximadamente 23 años, aunque este período podría eventualmente extenderse en función de las exploraciones y el desarrollo del proceso productivo, otras áreas adicionales de explotación, y las condiciones de mercado.

2.0 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

A pesar de ser el metal más abundante en la naturaleza después del hierro, los minerales de manganeso, desde el punto de vista económico, son muy escasos; los principales son: la pirolusita, el psilomelano y el wad. En Chile y el Perú tiene muy pocos recursos minerales con estas características, sólo en la zona de Cajamarca y Tacna, se han encontrado minerales de valor comercial, beneficiándose actualmente en forma muy precaria, principalmente por el escogido a mano y en Chile en la zona de Arica y Parinacota. De estos minerales, tratándose metalúrgicamente con técnicas adecuadas y actualizadas, se pueden obtener productos de gran aceptación en el mercado nacional; siendo el mayor consumidor la industria siderúrgica, también en la fabricación de pilas, cerámicos, pinturas y decoloración de vidrio; el concentrado de más alta ley puede ir directamente al mercado de exportación o dar mayor valor agregado en la producción de reactivos químicos, usos terapéuticos y fungicidas, con resultados económicos que elevarán la calidad de vida de la población cercana a la zona de producción.

CONSIDERACIONES GENERALES

Minerales de manganeso

El manganeso está ampliamente distribuido, sólo algunos de los minerales que lo contienen son de interés industrial (1): pirolusita (MnO_2) con lustre metálico color negro de hierro, psilomelano ($MnO_2 \cdot H_2O$) con lustre submetálico, el wad (masas amorfas, pueden ser terrosas o compactas), manganita ($MnO(OH)$), Braunita, rodonita, rodocrosita ($MnCO_3$), Hubnerita ($MnWO_4$), los nódulos marinos tienen una ley entre 15 a 30% de Mn.

Manganeso (Mn)

El metal se obtiene por reducción de los óxidos con aluminio y el ferromanganeso por reducción de los óxidos de Fe y Mn con carbono.

Aplicaciones y usos

Fabricación de aceros al manganeso; aleaciones con aluminio, producción de reactivos químicos: permanganato de potasio con propiedades fuertemente oxidantes y corrosivas; el dióxido de manganeso (MnO_2) que se emplea como despolarizador de pilas, $MnCl_2$, Pirofosfato de manganeso; como colorante en la industria textil, en la agricultura como fertilizante y fungicida; en la dieta de los seres humanos como sulfato de manganeso en pequeñas cantidades y usos terapéuticos, como por ejemplo, en psiquiatría en combinación con Co-Li-Mg-Mn.

Condiciones de comercialización.

Mn, mínimo: 40-48%
Fe, máximo: 6.00%
P, máximo: 0.12%
 $SiO_2 + Al_2O_3$, máx. : 11.00%
No Ferrosos, máx. : 1.00 %

Productos, precios, costo de producción y mercados

Los países principales que producen manganeso son Sudáfrica, Unión Soviética le siguen, India, Brasil, Georgia y Ucrania, en el Perú existen muy pocas reservas de este mineral, destacando Cajamarca y el Altiplano de Tacna.

El precio del manganeso fluctúa en función del contenido de Mn, así: concentrados con 40% de Mn, se puede cotizar entre 80 y 140 US \$ por TMS, con 47-48% se puede vender a un promedio de 250,00 US \$/TMS; estando el costo de producción en rangos de 40-60 US \$/TMS, dependiendo del método de tratamiento metalúrgico aplicado.

El bióxido de manganeso con 74% como bióxido de Mn se cotiza desde 400 a 500 US\$, Ecuador es un potencial comprador de concentrados de manganeso.

Métodos de beneficio metalúrgico.

- Escogido manual.
- Deslamado-clasificación por tamaños.
- Gravimetría.
- Concentración magnética.
- Flotación directa/inversa.

Optimización de la flotación.

Mediante investigaciones recientes se ha demostrado que altas velocidades de agitación (floculación) y tiempo prolongado de acondicionamiento son necesarias para una óptima flotación del manganeso.

El SO₂ activa los minerales de manganeso permitiendo la adsorción del colector más eficientemente.

Reactivos de flotación

Ácidos grasos, ácido oleico, dextrina, SO₂, Frother 70, Quebracho, silicato y carbonato de sodio, ácido sulfúrico.

Flotación de manganeso

- Minerales de ganga carbonatada; primero se flota la ganga tal como la calcita con ácidos grasos en pulpa alcalina y almidón o dextrina para deprimir el MnO₂, la pulpa es acidificada y el óxido de manganeso es flotado con ácido oleico o aceite de alto grado.
- Minerales mixtos de ganga de calcita y sílice, igual que el anterior.
- Minerales ganga sílice-aluminio, el manganeso es flotado directamente en circuito ácido con los mismos reactivos descritos arriba.

○ Valorización

El valor del manganeso en el mercado internacional que nos permita determinar los cálculos de valorización fluctúa entre un mínimo de 100 US\$ y un máximo de 280 US\$ dólares en roca sin procesar, hemos tomado el valor mínimo para no sobrevalorar la mina lo que nos da como valor nominal de valorización:

La exploración continúa hasta el presente, según últimos informes las reservas actuales se incrementarán.

USD \$ 6.040.000,00 SEIS MIL CUARENTA MILLONES DOLARES AMERICANOS, MINERAL EN ROCA.

Este valor se triplica al procesar el Mn en planta como es este caso.

Vida Útil

22,8 años

o **Mano de Obra por Fase del Proyecto**

Fase	Mano de Obra Promedio	Mano de Obra Máxima
Construcción	300	700
Operación	100	110
Cierre o abandono	50	70

Las características relevantes de este proyecto son las siguientes:

1.- La ley del Mn presente en el proyecto permite su venta directa sin necesidad de concentrar a un precio promedio de US\$ 250, los recursos explorados hasta hoy exceden los 600 millones de toneladas (Mt), con una ley promedio de 47% de Mn. Bajo estas condiciones el proyecto sólo requiere de un año para iniciar su explotación.

2.- La alta radiación de la zona permite la construcción de plantas solares que abastecerán el consumo interno de la planta y generarán un excedente importante que puede ser comercializado incorporándolo al interconectado eléctrico del norte.

3.- El uso del ferrocarril disminuirá el costo de transporte del mineral hasta el puerto de Arica en un 60% y no aportará flujo vehicular de carga a la carretera disminuyendo significativamente el impacto vial.

4.- No hay población humana a los alrededores del proyecto minero en un radio de 50 kilómetros, ni ríos cercanos o fuentes de agua, tampoco aguas abajo zonas de cultivo agrícola que de alguna forma pudiesen ser impactadas.

5.- Alta demanda y baja oferta de este mineral en los mercados internacionales.

6.- Se puede iniciar la operación en el primer año sin concentrar el Mn considerando la buena ley del mineral que permite su comercialización en los mercados internacionales y en paralelo la construcción de la planta de concentrado.



