

**PROYECTO:**  
***RECONOCIMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS MINEROS***

**Muestreo de productos mineros exportables**

**MINA SIERRA GRANDE**

Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)

PARRA Ricardo, COZZI Guillermo, DEL MARMOL Gabriel

Buenos Aires, Enero de 2021



# SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Eduardo O. Zappettini



Secretaria Ejecutiva: Lic. Silvia Chavez

## INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Gozalvez

## INSTITUTO DE TECNOLOGÍA MINERA

Director: Ing. Maggie Videla

 SECRETARÍA DE MINERÍA DE LA NACIÓN	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 1 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

**RESUMEN:** El presente informe técnico es el resultado de una auditoría de procesos, realizada en forma conjunta entre técnicos del SEGEMAR y la Secretaría de Minería de la Nación, en el yacimiento Sierra Grande, en la Provincia de Río Negro, propiedad de la Empresa MCC Minera Sierra Grande S.A..  
 Se describen: el método de explotación minera, el método de beneficio de mineral de hierro, y los métodos de muestro de sub productos y producto exportable (concentrado de hierro).

## 1.- OBJETIVO:

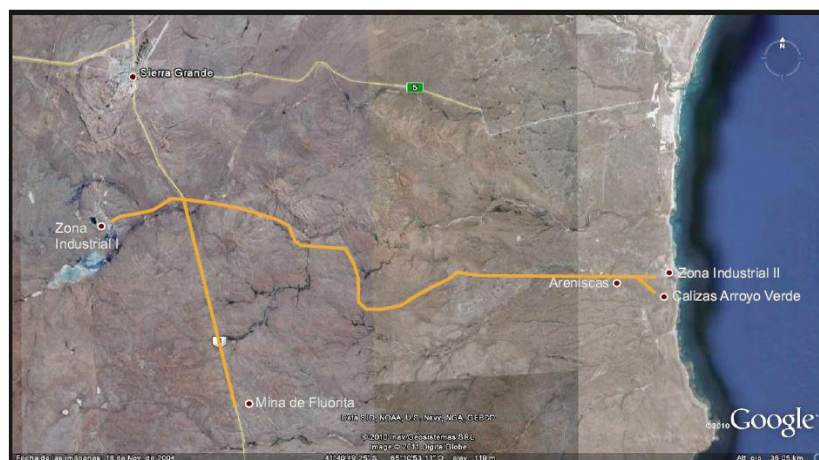
A pedido de las autoridades de la Secretaría de Minería de la Nación se realizó una comisión entre los días 28 de agosto a 6 de septiembre de 2011 conformada por técnicos de la misma con la finalidad de tomar muestras representativas del concentrado de mineral de hierro obtenido en Mina Sierra Grande, cuya concesión detenta la empresa MCC Minera Sierra Grande S. A. La operación minera se ubica en la localidad de Sierra Grande, provincia de Río Negro. El objeto del citado muestreo es obtener valores analíticos polimetálicos de los productos exportables por la citada empresa; también se planteó como objetivo el relevamiento de todos los procesos productivos que se desarrollan para obtener el producto exportable.



La comisión quedó integrada por personal técnico de la Secretaría de Minería de la Nación: Ing. Ricardo Parra, Delegación Salta, Segemar; Lic. Gabriel del Mármol, Dirección de Inversiones y Normativas Mineras y Lic. Guillermo A. Cozzi, Intemin, Segemar.

## 2.- GEOLOGIA:

### UBICACIÓN:

El Proyecto Sierra Grande se encuentra ubicado a 8km al suroeste de la localidad de Sierra Grande, provincia de Río Negro bajo la concesión de MCC Minera Sierra Grande S.A. La empresa posee dos sectores de operación denominados Área Industrial I y Área Industrial II distantes entre sí 32 kilómetros, la primera a 7 km al sudoeste de la localidad de Sa. Grande y la segunda sobre la costa atlántica, en el sector geográfico denominado Punta Colorada.



 SECRETARÍA DE MINERÍA DE LA NACIÓN	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21	Fecha: 9/9/11 Página N°: 2 de 20	
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

*Imagen satelital de la ubicación de minera MCC – Áreas Industriales I y II*

## **GEOLOGÍA REGIONAL:**

Según Zanettini (1981) en el área del yacimiento localizado en el sector oriental del Macizo Nordpatagónico las rocas más antiguas corresponden a esquistos de la *Fm. El Jaguelito* (Cambro Ordovícico) y en discordancia angular, se dispone la *Fm. Sierra Grande* (Silúrico medio Eodévónico) compuesta por conglomerados, areniscas, pelitas y estratos ferríferos; ambas unidades están intruídas por el Granito Sierra Pailemán.

La *Fm. Sierra Grande* es intruída por una granodiorita que generó metamorfismo de contacto en el sector Sur del yacimiento; en discordancia angular sobre ambas se encuentran sedimentitas continentales de la *Fm. Puesto Piris* (Triásico superior). En discordancia se encuentra el complejo volcanosedimentario constituido por la *Fm. Marifil* (Jurásico inferior) y por encima se encuentran aluvios de edad Pleistocena pertenecientes a la *Fm. Tehuelche*.

Las unidades litológicas de la comarca están afectadas estructuralmente por la acción de movimientos tectónicos ocurridos desde el final del Precámbrico hasta el Terciario. La *Fm. Sierra Grande* se halla regionalmente plegada en anticlinales y sinclinales, en algunos casos cerrados y buzantes hacia el S y SSE hasta NNE, y sus planos axiales inclinan al E. El origen de estas estructuras es asignable al ciclo Gondwánico aunque no es posible definir la fase (Ramos, 1975). Esta deformación fue afectada por la intrusión de una cuarzodiorita en el sector S del yacimiento formando un anticlinal. El plegamiento está afectado por fallas de primer orden, de hasta 500 m de rechazo, en su mayoría son fallas inversas, con desplazamiento horizontal.



El yacimiento Norte se localiza en el flanco occidental del sinclinal Rosales. Los estudios de DEMAG (1963) señalan que el depósito está dividido en tres bloques principales por dos fallas mayores que alojan diques riolíticos de edad Jurásica inferior.

El yacimiento Sur se ubica sobre el flanco oriental del anticlinal Alegría, según Ávila (1980), presenta desplazamiento relativo de bloques, hacia el este y oeste, debido a cinco fracturas principales de orientación general este-oeste, con rechazos de 40 m y 65 m y otras menores de igual sentido con desplazamientos verticales menores.

El yacimiento Este de acuerdo a DEMAG (1963) se sitúa en la nariz sudeste del sinclinal Molle, cuyo eje buza 25° a 60° NO y en el cual se reconocen pliegues secundarios y flexuras transversales al sinclinal.

## **LA MENA**

El manto mineral en el yacimiento sur está compuesto en los primeros 20-30 m por Hematita (Martita) ( $Fe_2O_3$ ), mientras que en profundidad el mineral predominante es Magnetita ( $Fe_3O_4$ ), con una ley de 54-56%. En este yacimiento el manto buza 35°- 45° este, tiene un espesor de 12 m en su parte central mientras que al sur disminuye a 7 m, con un promedio general de 10 m. Las fracturas están rellenas por Pirita ( $FeS_2$ ) la cual se presenta en forma de venillas producto de la intrusión granodiorítica. La Turingita es probablemente el principal mineral de ganga. Minerales del grupo de la Apatita  $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$ , forman parte de los minerales de ganga y son lo que aportan el Fósforo (1,43%).

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 3 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

### 3.- EXPLORACION:

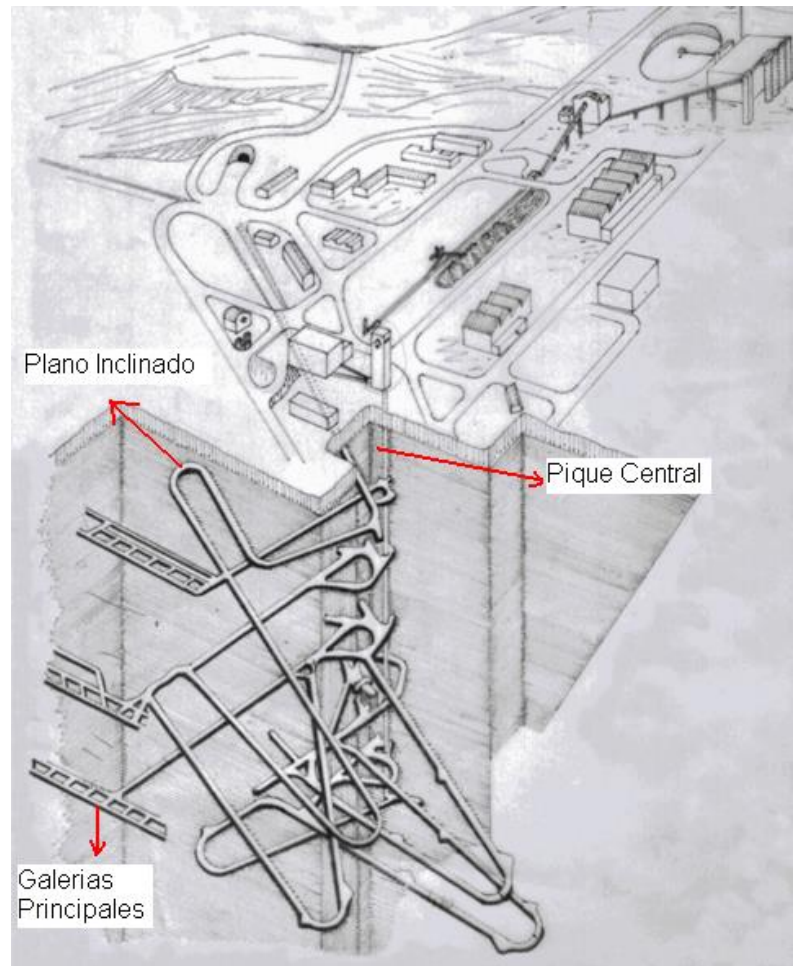
El yacimiento ferrífero de Sierra Grande, se explota en forma subterránea desde el año 1979. A continuación, se describe el método de explotación minera



#### 3.1.- ACCESO A MINA:

El acceso a la mina es posible mediante un plano inclinado y un pique central y la misma se encuentra trabajando hasta el nivel 522 (422m de profundidad de la superficie en relación a la cota de 100m la base del pique central, con coordenada positiva hacia abajo).

**Plano inclinado:** se puede acceder al mismo desde el corte A. La pendiente de este plano varía en distintos tramos:

- Superficie – nivel 200: 1 m cada 10 m
- Nivel 200 – Nivel 270: 1 m cada 8 m
- Nivel 270 – Nivel 522: 1 m cada 7 m



 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS  MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21	Fecha: 9/9/11 Página N°: 4 de 20	
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

**Pique central:** tiene una profundidad de 422m, con una torre de 57 m, cuenta con una jaula para el transporte del personal y dos skip para extracción del mineral hacia la superficie.

### 3.2.- METODO DE EXPLOTACION:

Históricamente en el yacimiento se utilizaron dos métodos de explotación subterránea:

- **Socavación:** se utilizó por encima del nivel 154. Este método consta de la voladura de abanicos entre nivel y nivel para una posterior extracción del mineral, la extracción con palas cargadoras se realizó hasta que la carga tiene un 30 % de mineral (70 % de estéril), punto en donde se cierra el ciclo de extracción y se comienza con el siguiente abanico.
- **Banqueo Vertical:** es el método utilizado actualmente por debajo del nivel 154, en el mismo se desarrollan las galerías (transporte y perforación) preparándolas para producción hasta llegar al tope; en ese momento comienza la etapa de explotación que consiste en la perforación de abanicos en todo el nivel, luego comienza la etapa de voladuras de estos abanicos de acuerdo al cronograma de producción, después de cada voladura ( de 1 o mas abanicos) se procede al saneo, carguío y transporte del mineral. Los abanicos se explotan en dirección al pique central (en retirada hacia el centro o acceso al nivel).
- **Método Wenefer:** es un método a aplicar en el futuro, consiste en volar radialmente una galería superior con una curva y captar el mineral en una galería inferior (embudo).

#### Determinación del Manto Mineral

El mapeo del manto se realiza al metro de altura de la galería, por medio de perforaciones horizontales, muestreos y lodo de perforación. Para determinar el techo del manto se realizan estudios en 2 o 3 perforaciones verticales determinando la línea de máximo aprovechamiento del mineral sin perder estabilidad.



El departamento de agrimensura es el encargado de colocar puntos fijos y marcar el rumbo de las galerías mientras que el departamento de producción y técnica se dedica a la toma de mediciones de estructuras del manto mineral y rocas de caja, mediciones de rumbos y buzamientos de fallas.

### 3.3.- LABORES DE DESARROLLO:

Son las labores que deben perdurar mientras dure la mina, y que sirven de apoyo a la explotación.

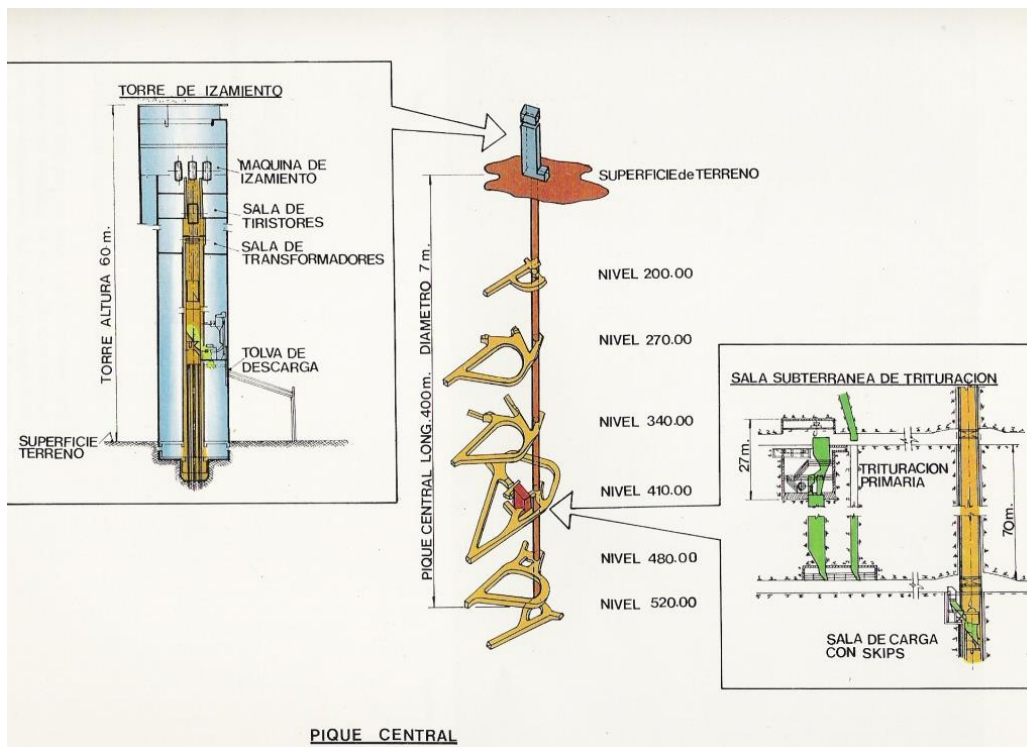
**Complejo pique - plano inclinado:** el plano inclinado 6 m de ancho por 5 m de alto, cuenta con galerías principales separadas verticalmente cada 70 m, conectadas al pique central y al manto. También entre cada galería principal existen subniveles separados cada 23 m, por las que se transporta el mineral extraído hacia los niveles principales.

**Sala de Trituración:** está ubicada en el nivel 410, cuenta con una tolva de 200 Tn de capacidad y una trituradora de mandíbulas con un rendimiento de 800 Tn/hs. El mineral llega a la misma por medio de chimeneas de paso mineral (grupo 1 y 2) y por camiones volcadores. Una vez terminado el proceso el mineral es llevado hacia el nivel 480, sala de carga.

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 5 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

**Sala de Carga – Skip:** está ubicada en el nivel 480, cuenta con cargadores vibradores los cuales cargan silos de igual capacidad que los skip, estos descargan cuando el skip está posicionado en el nivel. Los elevadores (Skip) trabajan sincronizados entre si y tienen una capacidad de 17 Tn cada una y un rendimiento de 800 Tn/Hs.

**Galerías de Transporte:** tienen hasta 6 m de altura con el fin de facilitar la carga de mineral en los camiones volcadores por medio de las palas.





### 3.4.- PREPARACION:

Son las labores que se preparan para la explotación y desaparecen con la misma.

La mina cuenta con 5 niveles principales 200, 270, 340, 410, 480 distanciados 70 metros unos de otros. Estos a su vez, presentan subniveles, separados cada 23 metros.

Se cuenta con cuatro tipos de galerías, siendo estas de transporte, perforación, carga y las transversales:

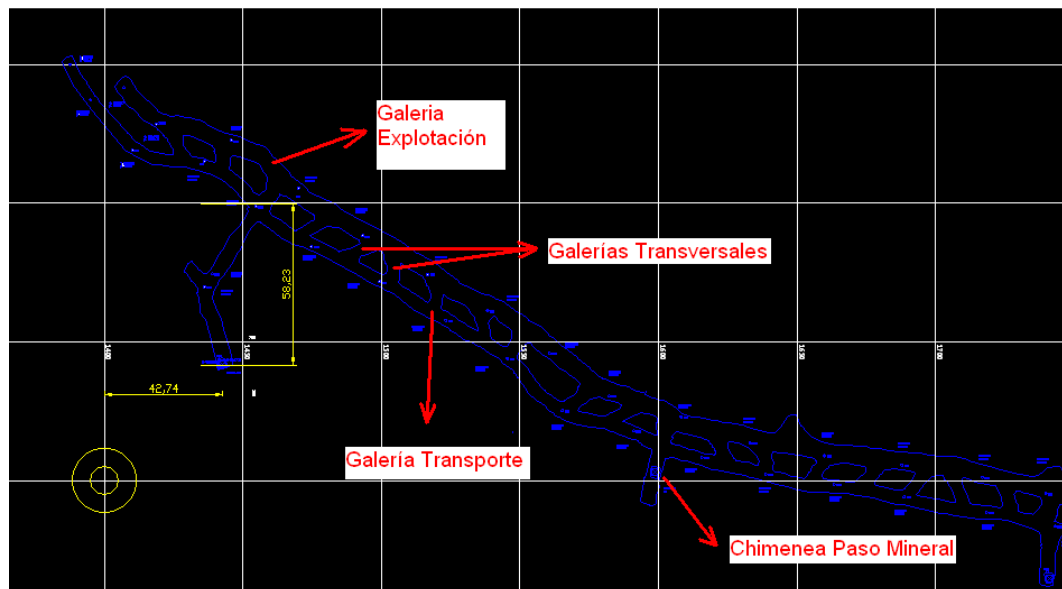
 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>		 <b>SegemAR</b>		
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol			<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21	Fecha: 9/9/11 Página N°: 6 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado				

**Galería de Carga:** se encuentra ubicada en el techo del manto mineral, se utiliza para la carga de mineral, transporte y posterior descarga en las chimeneas de paso mineral. Son de 5,5 metros por 4,2 metros de altura.

**Galería de Perforación:** 4,5 de ancho por 3,8 mts de alto, ubicada en el piso del manto mineral, desde las mismas se realizan los abanicos para la colocación de explosivos y posterior voladura en la etapa de explotación.

**Galerías Transversales:** son perpendiculares a las anteriores y de menor sección, se utilizan para la extracción del material de la galería de perforación.

**Galerías de Transporte:** 6 metro de ancho por 5 metros de alto, ubicadas en el piso del manto mineral, se utilizan para el transporte del mineral.





### 3.5.- EXPLOTACION:

La extracción del mineral se realiza mediante la perforación de barrenos largos dispuestos en forma de abanicos. El método consiste en realizar sobre el techo de la galería de perforación, una serie de barrenos dispuestos en forma radial según cálculos previos basados entre otros aspectos en las condiciones geológicas y geométricas del manto, logrando desprender la menor cantidad de material estéril posible.

Las perforaciones se realizan mediante maquinas roto-percutoras Atlas Copco Simba H 1354 que utiliza brocas de 3 pulgadas. Cada abanico se encuentra separado 2,3 m uno de otro, una vez realizados una cierta cantidad se procede a la carga con explosivos y posterior voladura.

Con anterioridad a la perforación de los abanicos, se procede a la diagramación de esta tarea (ver figura). Aquí se determinan las longitudes de cada barreno, que va a depender de la distancia a la que se encuentre el techo del manto mineral, de la presencia o no de material

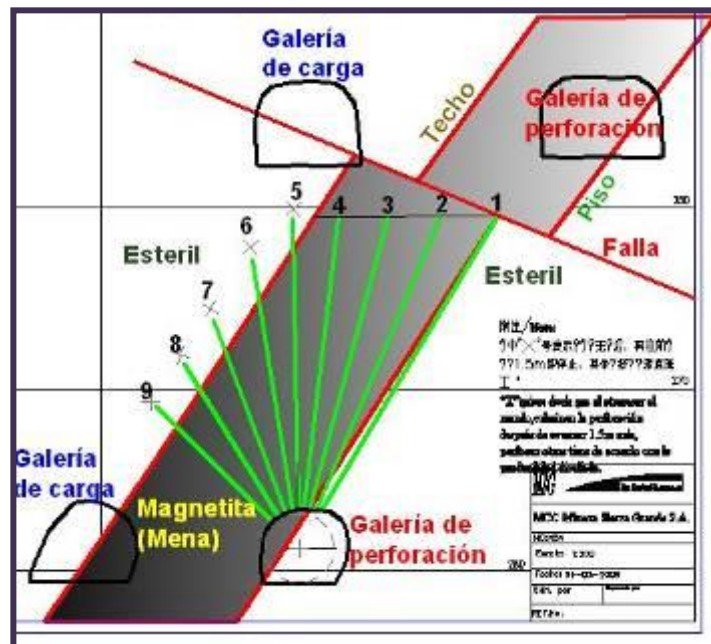


 SECRETARÍA DE MINERÍA DE LA NACIÓN	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>		 <b>SegemAR</b>		
	<b>Ejecución: Ing. Ricardo Parra          Lic. Guillermo A. Cozzi          Lic. Gabriel del Mármol</b>			<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21	Fecha: 9/9/11 Página N°: 7 de 20
	<b>Revisión: Lic. Gustavo Machado</b>				

estéril, de estructuras geológicas que puedan estar presentes y de la distancia a la galería del nivel superior.

La carga de los barrenos es con gelamón o emultech como iniciador y anfo como carga de columna, se usan detonadores no eléctricos (noneles) con cordón detonante iniciados con mecha lenta.

Luego de la voladura de uno o varios abanicos, el material arrancado se saca con las palas Toro 400E (eléctricas) o Toro 007D (diesel) por las galerías transversales y se carga sobre camión Toro 50, estos transportan la carga por las galerías de transporte a los ore pass o a la tolva de carga de los skip, de donde se transporta verticalmente a superficie.





### 3.6.- EQUIPAMIENTO:

El equipamiento principal usado en interior mina es el siguiente:

- 6 Camiones Toro 50 – Sandvik (50 toneladas de carga)
- 2 Palas cargadoras Toro 007 – Sandvik
- 5 Palas cargadoras Toro 400E. – Sandvik
- 1 Equipo de Perforación Boltec 235H – Atlas Copco (Para perforación de abulonado)
- 4 Equipos de Perforación Simba H1354 – Atlas Copco (Perforación vertical de explotación)
- 7 Equipos de Perforación Boomer R281 – Atlas Copco (Para perforación de avance galerías)
- 1 Camión para carga de Anfo Giamec 211 – Giamec (Con dos hoyas)

**Camiones Toro 50 Sandvik**

 SECRETARÍA DE MINERÍA DE LA NACIÓN	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	<b>Ejecución:</b> Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		<b>Fecha:</b> 9/9/11 <b>Página N°:</b> 8 de 20
	<b>Revisión:</b> Lic. Gustavo Machado			



**Pala Cargadoras Toro**



**Equipos de Perforación Simba H1354 – Atlas Copco**



### 3.7.- SERVICIOS:

**Explosivo:** se utilizan diferentes tipos

de explosivos:

**ANFO:** consiste en nitrato de amonio y fuel oil, este es conveniente utilizarlo en ambientes secos, ya que en el contacto con el agua queda inactivo. Tiene una velocidad de 2200 m/s.

**GELAMON:** está constituido por nitroglicerina y es especial para ambientes húmedos.

**GELAMITA:** se lo utiliza como producto para las coronas. Consiste en cartuchos de poca carga (17 a 19 gr/m) con la ventaja de tener mayor continuidad. Tiene una velocidad de 3000 m/s.



**CORDON DETONANTE:** se trata de un cordón con explosivo en el medio (pentrita) recubierto de algodón o pvc, en varias capas con una funda de protección final. Es de mayor velocidad (más de 5000 m/s).

**Ventilación:** para esta se requiere de una tubería de ingreso de aire por las chimeneas 275, 314 y pique central. La evacuación de los gases se realiza por las chimeneas de retornos Norte y Sur. Sistema impelente.

**Agua:** se bombea desde el nivel 522 hacia cada nivel principal superior hasta el nivel 200 (en cascada invertida), donde se deposita en una pileta de decantación para luego ser reutilizada en los laboreos hasta el nivel 340. También por el pique central se ingresa agua limpia llegando hasta los niveles 410 y 480. A su vez en estos niveles ingresa agua por filtraciones, que por medio de bombas se envía al piletón del nivel 200 que luego se envía a superficie para ser reutilizada en el proceso de concentración.

**Energía Eléctrica:** se distribuye desde transformadores de 6.600 voltios y es utilizada para la iluminación (220volt y 340volt) y alimentación de equipos, palas y jumbos (1000 volt)

**Aire Comprimido:** la planta cuenta con dos compresores eléctricos, de los cuales se utiliza solo uno, para carga de explosivos, limpieza de tiros y suministro de energía de equipos

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 9 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

#### **4.- PROCESAMIENTO:**

##### **4.1.- TRIURACION PRIMARIA Y SECUNDARIA:**

La trituración primaria se realiza en interior mina con una trituradora Allis Chalmer ubicada en el nivel 410, recibe el mineral run of mine por medio de dos ore pass y sus correspondientes silos, la trituradora a mandíbulas tiene una boca de alimentación de 1,8 x 1,0 metros y una salida de 0,2 metros, se alimentan bloques de hasta un metro cúbico. El producto triturado de aproximadamente 20 cm de diámetro es llevado a superficie por medio de dos skip de 17 toneladas de capacidad cada uno.



El mineral triturado en superficie, es transportado por un sistema de cintas a la planta de trituración secundaria, la misma consta de dos trituradores de cono Allis Chalmer que trabajan en paralelo y son alimentados por una tolva de 50 metros cúbicos; cada uno de estos trituradores de cono se encuentran en circuito abierto con dos zarandas vibratorias que tienen una malla de 10 cm. Las trituradoras de cono tienen un producto de aproximadamente 6 cm de diámetro.

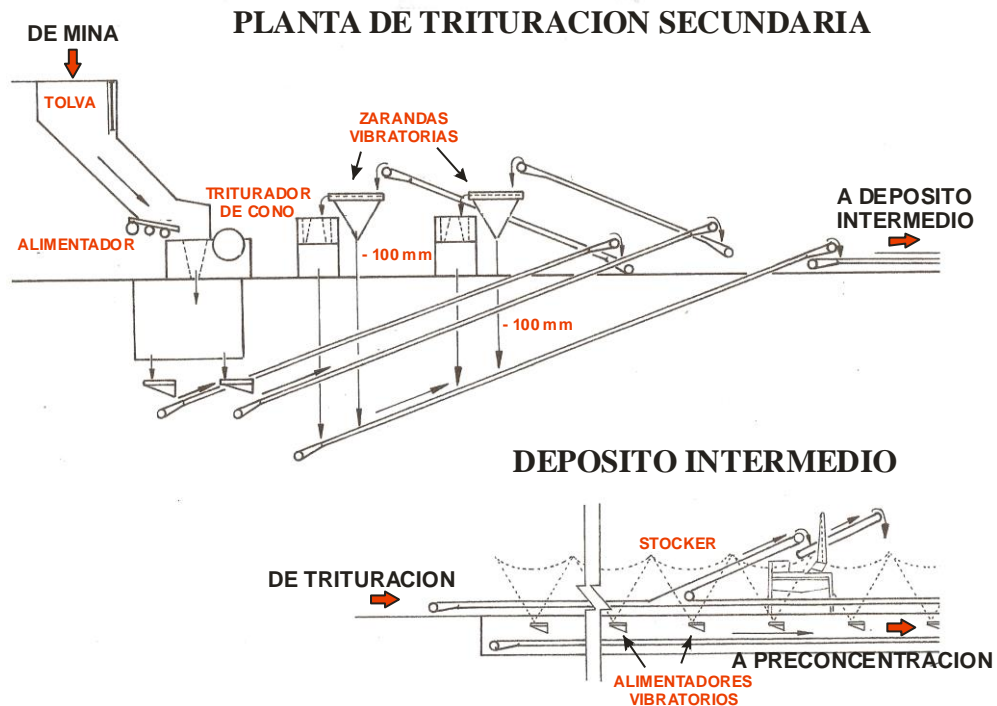
El mineral que viene de la trituración primaria, descarga en las cribas vibratorias, el sobretamaño va a los trituradores de cono, mientras que el pasante descarga en una cinta transportadora; el material triturado por los conos descarga sobre esta misma cinta transportadora que lo lleva al depósito intermedio. Ver Flow Sheet.

La capacidad de cada sistema triturador de cono – zaranda, es de 600 Tn/hora, siendo la capacidad total de trituración secundaria 1.200 Tn/hora.

##### **4.2.- DEPOSITO INTERMEDIO:**

Este recibe el mineral por medio de un triper unido al apilador (Stacker), cuya entrega de mineral a la pluma de descarga es dirigida a 90° con respecto a la cinta, en el piso del depósito y ubicados a 15 m de distancia entre sí, existen 14 alimentadores vibratorios, cuya capacidad es de 111 Tn/h a 240 Tn/h máximo, normalmente se puede trabajar con 4 alimentadores, pudiéndose trabajar con un máximo de 6 alimentadores por vez. Desde estos el mineral es alimentado a una cinta que lo transporta hasta el final del túnel, ésta tiene una capacidad de 670 Tn/h y descarga en otra cinta de igual capacidad. Por medio de una balanza ubicada en la última cinta transportadora se integra y controla el tonelaje alimentado a los silos de la planta de preconcentración.

 SECRETARÍA DE MINERÍA DE LA NACIÓN	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS MINERA SIERRA GRANDE</b>		 SegemAR	
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 10 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			



#### 4.3.- PRECONCENTRACION:



Como se dijo anteriormente, el mineral que viene de la trituración secundaria es enviado a un depósito intermedio que descarga por su base a una cinta transportadora, esta lleva el mineral a tres silos de 2500 Tn cada uno, desde donde se alimenta la planta de preconcentración.

La finalidad de esta planta es separar la roca estéril que acompaña al mineral como consecuencia de la dilución de explotación que es de un 20 % ó más.

El mineral con granulometría -100 mm y una ley aproximada de 46,5 % de Hierro y 1 a 2 % de fósforo y a una razón de 520 Tn/h ingresan en esta planta por medio de una cinta transportadora, la cual lleva el material a las tres tolvas ( N° I- II -III ) (una en stand by) que a su vez regulan la alimentación a dos líneas de la planta, esta cinta opera en forma reversible, de modo tal que mantiene las tres tolvas llenas (cada tolva tiene un sensor de nivel máximo ); éstas descargan en un alimentador primario vibratorio cuya canaleta tiene 1880 mm de ancho, con el fin de alimentar en forma homogénea a los separadores magnéticos primarios, éstos en comparación con los secundarios, operan con mayor velocidad, dado que pasa por ellos mayor cantidad de mineral, los separadores magnéticos secundarios cumplen la función de repasar la medianía producción de los primarios, logrando en su parte final que vaya la menor cantidad posible de magnetita con la roca estéril.

Todo el estéril producido es descargado a una cinta la cual descarga sobre otra cinta que lo lleva a una tolva con una capacidad de 100 m<sup>3</sup> y finalmente todo el estéril acumulado en la tolva es transportado a una escombrera por camiones articulados de 40 Tn de capacidad.

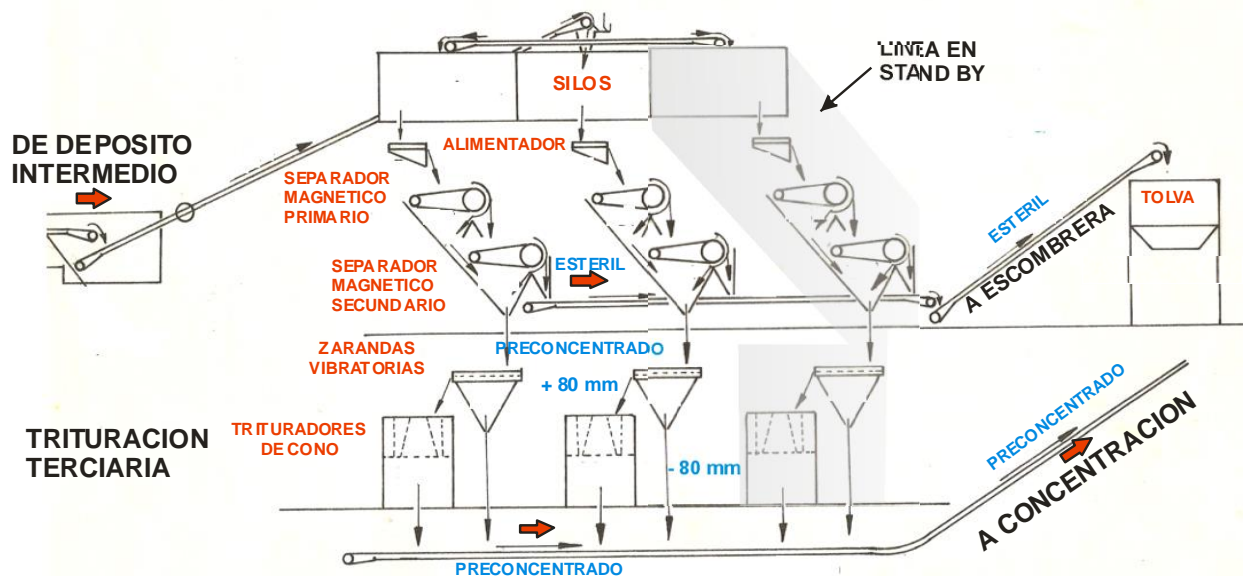
El preconcentrado detenido en los separadores magnéticos es descargado sobre una criba vibratoria de 1800 mm de ancho por 4800 mm de largo con una malla de 80 mm. Las partículas mayores pasan a las trituradoras terciarias cónicas Allis Chalmers (dos), las

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>		 SegemAR	
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 11 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

partículas menores (pasante de la malla de 80 mm), juntamente con el mineral triturado pasan directamente a la cinta para ser transportado a la planta de concentración (circuito abierto).

La capacidad de todas las máquinas de esta planta se pueden elevar en un 30 % sobre la capacidad nominal.

## PLANTA DE PRECONCENTRACION

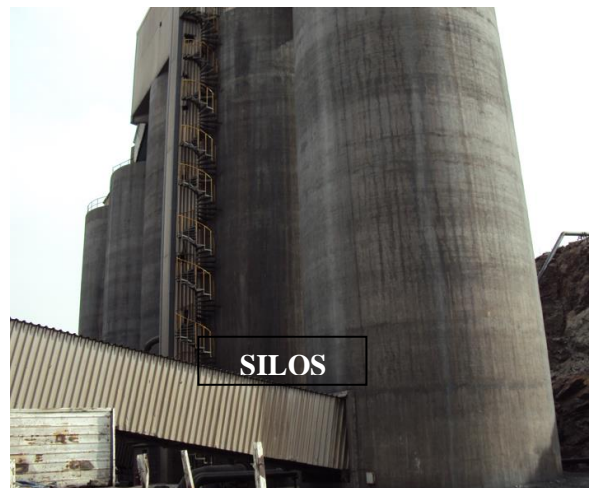




### 4.4.- CONCENTRACION:

#### **TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO:**

El transporte del mineral desde la planta de preconcentración se efectúa por la cinta transportadora, la cual es la primera maquinaria de la planta de concentración.

Esta cinta, descarga por gravedad a otra cinta, pasando por un buzón deflector, que cumple la función de evitar la caída directa del mineral de una cinta a otra, esta cinta transporta el mineral a través de la báscula de correa, la cual envía una señal a la sala de control. Esta señal indica el tonelaje que está pasando por hora y finalmente la cinta descarga en una criba vibratoria. Esta criba está provista de dos mallas de goma con una apertura de 100 y 25 mm, de esta forma el mineral se dividirá en -25 y +25 mm.



 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 12 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

El mineral de +25 mm o *pebles* cae por gravedad al silo N° 4 y el mineral de – 25 mm es repartido en los silos N° 1 – 3 y 5, esto se hace a través del buzón con dispositivo de ajuste mas bastidor, este buzón tiene la particularidad de cargar al silo N° 3 ó bien a la cinta reversible y de esta manera llenar el silo N° 1 e invirtiendo la marcha de la misma al silo N° 5. Todo esto opera en automático.

Cabe acotar que el mineral (-25 mm) y pebles (+ 25 mm) que llega a los silos es controlado por la planta de preconcentración de acuerdo a las exigencias y necesidades que tenga la planta.

El sector de cribado ubicado arriba de los silos esta equipado con un sistema de aspiración de polvo.

Los cuatro silos (mas uno de agua), es decir los tres de mineral y uno de pebles son del mismo tamaño, tienen un diámetro de 9 m y una altura de 27 m, su volumen bruto es de 1400 m<sup>3</sup> por silo, el tiempo de duración de la carga de los silos dependerá de las condiciones de trabajo exigidas en cada operación. Todos los silos tienen sondas indicadoras de nivel automático que envían señales a la sala de control y de ésta forma se lleva el control constante de los niveles.

#### **MOLIENDA Y CONCENTRACION:**

El proceso de concentración de mineral de magnetita se realiza en cuatro etapas a saber:



- 1º) Molienda
- 2º) Separación magnética primaria
- 3º) Separación magnética secundaria
- 4º) Espesado y recuperación de agua

Estas cuatro etapas son las que hacen llegar a obtener buenos resultados, tanto de P, Fe, SS y un buen porcentaje granulométrico, también es necesario tener una buena recuperación de agua, que como se sabe es vital en esta zona.

La molienda se realiza en húmedo en dos líneas iguales de trabajo, la capacidad de cada una de estas es de 147 Tn/h, la cual puede variarse según las condiciones y calidad del mineral alimentado.

El mineral (- 25 mm) se extrae de los silos 1 - 3 -5, mediante dos alimentadores de cinta que descargan sobre otra cinta, una vez en esta, el mineral pasa por una báscula de correa para finalmente alimentar al molino de barras.

Tanto los alimentadores como la cinta, son movidos por motores de corriente continúa, lo que permite mantener una alimentación constante al molino. Esto se logra por medio de la báscula de correa, cuya señal controla la velocidad del motor de la cinta y de los alimentadores, lo que deja un escaso margen de variaciones. Esta señal es controlada desde la sala de control, mediante un instrumento que ordena el tonelaje a trabajar.

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 13 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

Como se dijo esta cinta alimenta a un molino de barras que trabaja en circuito abierto, tipo Kobe-Stell, tiene un diámetro exterior de 3,8 m x 5,7 m de largo, es movido por un motor que absorbe una potencia de 900 KW, sus dos muñones giran sobre cojinetes a baño de aceite, la corona y el piñón son lubricados por un sistema de pulverización.



MOLINO BARRAS Y PEBLES

Este molino tiene un revestimiento de desgaste de acero al manganeso, el elemento moledor usado son barras de acero de aleación baja, de 90 mm de diámetro x 5,1 m de largo. El cargado de las barras al molino, se efectúa con el cargador de barras a rodillos, y se hace con el molino parado. El peso total de este molino es de 232 Tn.

La densidad de descarga del molino, es controlada constantemente por el operador, ya que es muy importante tener valores constantes para el proceso, para esto se debe tener cuidado que el agua que entra sea siempre la misma cantidad. Se utiliza agua recuperada, 35 m<sup>3</sup>/ h aproximadamente, este caudal varía según la densidad que se requiera para cada operación. El molino descarga por rebase a través de la criba, ésta tiene una apertura de malla de 6 mm, los sobretamaños caen por la tolva de descarga (chip) a un carro colocado a la salida de ésta y se descartan.

A la salida del molino de barras, el mineral tiene un promedio de 54,8 % de Fe, 1,4 % de P y una granulometría de 63 % a -100 mallas y el tamaño de las partículas es de hasta 1 mm.

El mineral una vez cribado, pasa por el muestreador automático y descarga finalmente en el sumidero de bombas centrífugas. La mayoría de las bombas usadas en la planta son de tipo centrífugas.



Las bombas lo envían a un distribuidor de pulpa, este tiene 6 canales de distribución, de los cuales se alimentan los separadores magnéticos primarios.

Los separadores magnéticos primarios son del tipo concurrentes, cada unidad consiste de dos tambores en paralelo, cada tambor tiene un diámetro de 916 mm y la longitud efectiva de imanes es de 1800 mm, trabajan con imán permanente de 900 gauss.

Para obtener buenos resultados de los mismos es indispensable tener en cuenta tres puntos:

- a) Ajuste de posición de los polos magnéticos.
- b) Ajuste de la cantidad de agua de lavado.
- c) Mantener un nivel apropiado de la pulpa.

Teniendo en cuenta ésto, se consigue una descarga de concentrado primario con aproximadamente 1 % de P y 60 % de Fe.

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	<b>Ejecución: Ing. Ricardo Parra          Lic. Guillermo A. Cozzi          Lic. Gabriel del Mármol</b>	<b>INFORME FINAL</b> <b>Revisión: 4 del 22/1/21</b>		<b>Fecha: 9/9/11</b> <b>Página N°: 14 de 20</b>
	<b>Revisión: Lic. Gustavo Machado</b>			

El concentrado de los separadores magnéticos primarios es reingresado a la salida de los molinos de peble (sumidero), mientras que las colas son retratadas junto con las colas de separación magnética secundaria antes de su deposición final en el dique de colas.

Por otro lado, los pebles son extraídos del silo N° 4 por 2 series de alimentadores vibrantes que alimenta a las dos líneas de producción formada por un molino de peble cada una.

Los alimentadores vibrantes tienen motores de corriente continua, lo que permite por medio de un Kilowaltímetro (KWIC) instalado en sala de control, variar las vibraciones de los alimentadores, esto trae aparejado una variación de los pebles.

En el molino de pebles se realiza la molienda fina, este molino es del tipo Kobe-Stell, trabaja en circuito cerrado y sus dimensiones son: 5,9 m de diámetro por 10,6 m de largo, está movido por dos motores, los cuales absorben una potencia de 2400 KW cada uno. Estos molinos tienen revestimiento de goma y usan los pebles como cuerpo moledor.

Al igual que los molinos de barras, éstos giran mediante dos muñones sobre cojinetes en baño de aceite, la corona y los piñones son protegidos por un sistema de lubricación automática (spray) con grasa asfáltica.

El mineral (lodo) de este molino descarga sobre una criba giratoria (tromel) cuya malla selecciona las partículas de hasta 1 mm y los sobretamaños caen por una tolva hacia carros instalados para ese fin (chips) los que se descartan.

El mineral molido por el molino de pebles alimenta a la clasificación magnética secundaria, previo paso por un hidrociclón, el underflow del ciclón regresa a la alimentación del molino de pebles, mientras que el overflow es el producto que alimenta a la clasificación magnética secundaria.

Estos hidrociclones trabajan por fuerza centrífuga, la misma presión de entrada, producida por la bomba obliga a las partículas gruesas a pegarse a las paredes, hasta finalmente salir por la descarga (Underflow), y por el contrario las partículas finas (90 % -325 #) quedarán en el centro hasta salir por su descarga superior (Overflow).

Como se dijo, el Underflow cae por gravedad al sumidero de la bomba, que lo enviará al molino de peble para su remolienda, formando de esta manera un circuito cerrado con el mismo.



La densidad del molino de peble, debe ser mantenida constantemente en valores fijados, ya que cualquier variación causaría problemas en las etapas sucesivas.

Para finalizar con la molienda, podemos decir que el molino de peble descarga el mineral con un valor aproximado de 1,15 % P y 57 % Fe.

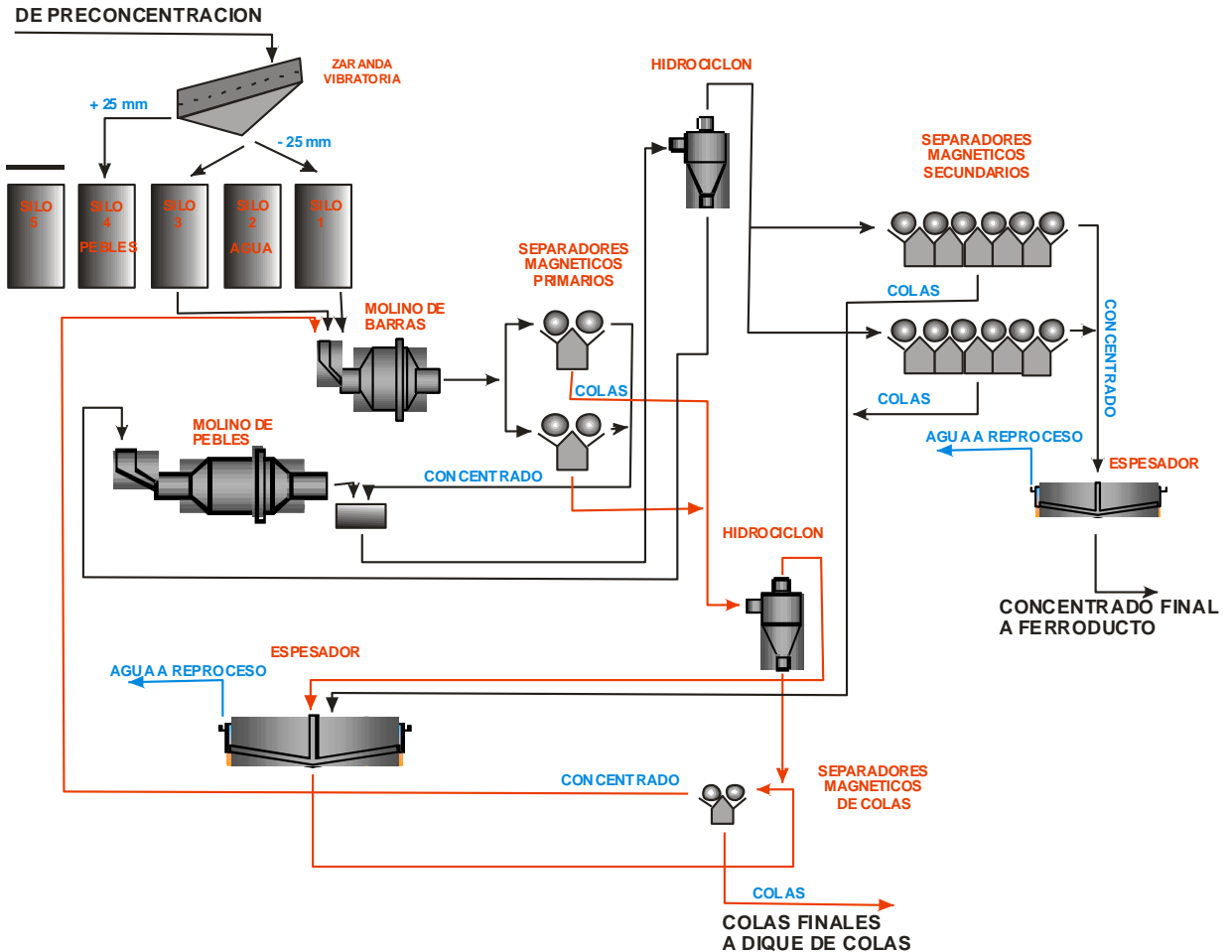
El concentrado de la clasificación magnética secundaria es el concentrado final del proceso, que luego será bombeado al puerto por el ferroducto.

Las colas del proceso de concentración magnética secundaria son colas finales del proceso, que eventualmente se juntan con las colas de la separación magnética primara para un retratamiento de las colas.



 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS MINERA SIERRA GRANDE</b>		 SegemAR	
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 15 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

## PLANTA DE CONCENTRACION





### RETRATAMIENTO DE COLAS:

Los separadores magnéticos para el retratamiento de las colas funcionan alternativamente, solo se ponen en funcionamiento cuando el porcentaje de sólidos en el espesador es superior al 40 %.

Cuando el porcentaje de sólidos del espesador es menor al 40 %, las colas del separador magnético primario pasan por un hidrociclón, el overflow de este es enviado al espesador para recuperación de agua, mientras que el underflow es enviado al dique de colas, en esta situación las colas de separación magnética secundaria también van al espesador.

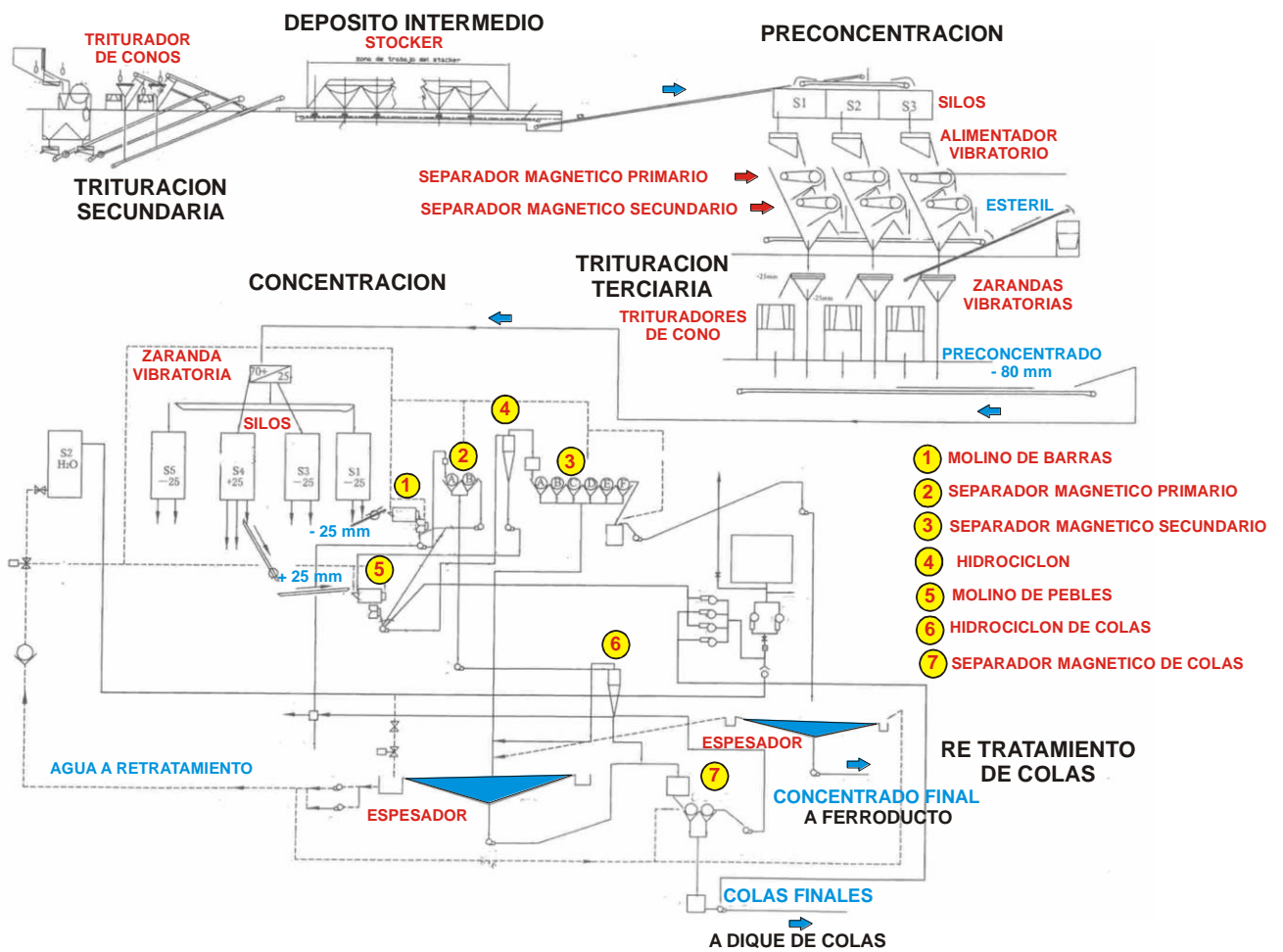
Cuando el porcentaje de sólidos en el espesador alcanza un valor superior al 40 %, el underflow del



 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 16 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			



mismo es bombeado a un tanque distribuidor donde se juntan con las del underflow del hidrociclón que clasifica las colas de separación magnética primaria; en estas condiciones se pone en funcionamiento el separador magnético de colas, donde se produce un concentrado magnético que es bombeado a la entrada del molino de barras para su retratamiento, las colas del separador magnético de colas, son colas finales del proceso se muestrean y son enviadas al dique de colas.

## FLOW SHEET GENERAL MINERA SIERRA GRANDE



### 4.5.- PRODUCCION:

A continuación, se presenta el cuadro de producción total desde la reactivación de la mina, mostrando las toneladas producidas por sector, el producto o sub producto y las leyes de Fe y P de los mismos.

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS MINERA SIERRA GRANDE</b>		 SegemAR		
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Marmol			<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21	Fecha: 9/9/11 Página N°: 17 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado				

GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y TÉCNICA																								
MCC																								
MCC Minera Sierra Grande S.A.																								
Estadística de la Producción General de MSG-MMCC																								
Mes	MINA					CONCENTRACION												LAGUNA BLANCA (DIQUE DE COLAS)			ESCOMBRERA			CHIPS
	AVANCE	PERFORACION	VOLADURA	EXTRACCION	DEPOSITO INTERMEDIO	ALIMENTACION			PCR	PRECONCENTRACION			CONCENTRADO			LAGUNA BLANCA (DIQUE DE COLAS)			ESCOMBRERA					
	m	m	t	t	t	PESO	LEY	P%	t	PESO	LEY	P%	t	TFe%	P%	t	TFe%	P%	t	TFe%	P%	t		
ENERO	57,75	2592,90	5413,27	0,00	73107,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0
FEBRERO	148,50	2445,60	17856,91	20757,00	38109,00	55755,00	42,42	1,108	0,00	35639,00	51,66	1,179	25476,60	67,12	0,381	14644,04	17,98	2,419	20116,00	17,83	0,793	509		
MARZO	80,21	0,00	6280,03	8680,00	14336,00	32453,00	42,01	1,178	0,00	21022,00	50,57	1,171	15622,33	67,32	0,377	8311,61	19,30	2,436	11431,00	18,02	0,817	228		
ABRIL	130,52	0,00	47864,00	45448,00	4347,00	55437,00	43,90	1,254	0,00	38481,00	53,26	1,334	30594,50	66,91	0,447	17782,60	21,34	2,593	16956,00	22,36	0,966	507		
MAYO	147,08	0,00	56687,00	47774,00	10454,00	48855,00	45,37	1,202	0,00	34671,00	52,02	1,271	27909,81	66,97	0,411	12981,62	23,04	2,500	14184,00	22,06	1,010	334		
JUNIO	137,52	0,00	73675,00	63284,00	12313,00	61425,00	41,65	1,169	0,00	42688,00	47,06	1,172	32358,27	67,19	0,410	15001,18	21,91	2,710	18737,00	21,58	1,025	324		
JULIO	163,84	0,00	85420,00	61441,00	2258,00	71496,00	47,49	1,260	0,00	49838,00	52,37	1,248	37005,88	66,86	0,440	20917,87	23,46	2,814	21658,00	22,18	0,916	236		
AGOSTO																								
SEPTIEMBRE																								
OCTUBRE																								
NOVIEMBRE																								
DICIEMBRE																								
2011	865,42	5038,50	293196,21	247384,00	2258,00	325421,00	44,04	1,199	0	222339,00	51,17	1,234	168967,39	67,03	0,416	89638,92	21,44	2,608	103082,00	20,77	0,922	2138		
2010	1158,32	28802,90	214133,53	200670,00	73107,00	231412,00	39,17	1,102	3130	148077,00	46,68	1,137	90543,89	67,15	0,399	52225,91	19,58	2,564	83065,00	20,18	0,805	1251		
2009	1354,58	55332,63	270692	282284	103849,00	255611,70	45,69	1,240	21664	183829,70	51,70	1,239	97995,42	67,48	0,380	61527,68	17,97	2,432	71780,40	20,82	0,906	1311,5		
2008	561,50	20040,00	307196	311769	77176,70	330862,36	44,50	1,272	16530	234493,00	52,36	1,311	129518,81	67,09	0,429	79737,83	19,30	2,681	96369,36	16,15	0,978	1479		
2007		28563,00		122419,00	96270	94719,00	46,400	1,374	8364	68934,00	54,80	1,232	36588,94	66,80	0,489	19170,93	16,90	3,80	24749,00	15,85	0,999	993		
<b>TOTAL</b>	<b>3940</b>	<b>137777</b>	<b>1085218</b>	<b>1164526</b>		<b>1238826</b>	<b>43,77</b>	<b>1,22</b>	<b>49188</b>	<b>857673</b>	<b>51,12</b>	<b>1,239</b>	<b>523614</b>	<b>67,13</b>	<b>0,416</b>	<b>302301</b>	<b>19,56</b>	<b>2,65</b>	<b>379046</b>	<b>19,16</b>	<b>0,913</b>	<b>7173</b>		

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla se puede decir que históricamente se tienen los siguientes parámetros medios:



<b>LEY MEDIA (Fe) DEL CONCENTRADO = 67,13 %</b>
<b>LEY MEDIA (P) DEL CONCENTRADO = 0,415 %</b>
<b>RECUPERACION (Fe) = Fino en el concentrado / fino en la alimentación x 100 = 64,86 %</b>
<b>RAZON DE CONCENTRACION = Peso de alimentación / peso del concentrado = 2,36</b>

### 5.- FERRODUCTO:

El ferroaducto consiste en una cañería de 32 km de longitud que une la planta de concentración en Sierra Grande con el Puerto de Punta Colorada. Tiene un diámetro de 8 pulgadas y por ella corre una pulpa con 60% de sólidos con un caudal de 160 m<sup>3</sup>/hora y una presión de 70 kg fuerza. El tiempo total de recorrido de la pulpa es de 6 horas.

La pulpa es movida a través de una sala de bombeo ubicada en mina, donde están instaladas tres bombas a pistón marca Westinghouse de origen estadounidense de las cuales dos trabajan alternadamente mientras una tercera se encuentra en stand by.

El ferroaducto es limpiado periódicamente con el objeto de mantener el flujo de la pulpa adecuado dentro de la cañería.

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	Ejecución: Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		Fecha: 9/9/11 Página N°: 18 de 20
	Revisión: Lic. Gustavo Machado			

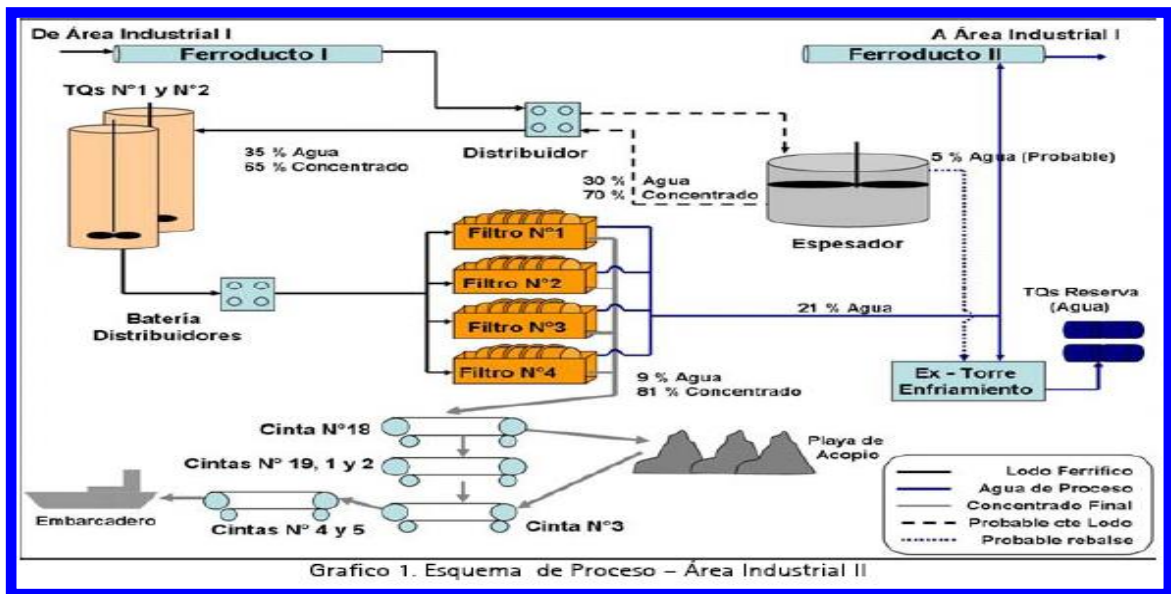
## 6.- ACUEDUCTO DE REBOMBEO DE LÍQUIDOS:

Construido paralelamente al ferroduto con el objeto de recuperar el agua luego del proceso de filtración para ser enviado a un dique de aguas limpias y de ahí reutilizado en la planta de concentración.

Dado que la diferencia de cota existente entre puerto Punta Colorada y Mina Sierra Grande es de aproximadamente 300 metros se han instalado en la cañería de agua tres válvulas que impiden el reflujo del fluido por gravedad.

## 7.- PLANTA DE FILTRACION - PUERTO:



El Área Industrial II (Punta Colorada) recibe a través del ferroduto la pulpa proveniente del Área Industrial I (Planta de Concentración). Por medio de un distribuidor, la pulpa es bombeada hacia dos tanques de almacenamiento o bien a un espesador si fuera necesario, ver diagrama. Cada uno de los tanques tiene una capacidad de 1800 m<sup>3</sup> y contienen agitadores para evitar la precipitación de los sólidos.



A la salida de los tanques hay dos bombas impulsoras de 8x6x18" que llevan la pulpa hacia una batería de distribuidores que se encargan de alimentar los filtros.

Hay 4 filtros placas de una capacidad de filtrado de 60 tn/hora cada uno. El sistema de filtros es de origen chino y cada uno está constituido por 15 placas circulares de material cerámico; son huecas y con perforaciones y por el interior de las mismas se



 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	<b>Ejecución:</b> Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> Revisión: 4 del 22/1/21		<b>Fecha:</b> 9/9/11 <b>Página N°:</b> 19 de 20
	<b>Revisión:</b> Lic. Gustavo Machado			

aplica vacío lo que produce la extracción del agua que pasa al interior de la placa y la formación de una costra de sólidos en la superficie de la placa reteniendo partículas por encima de 1 micrón. Para que no se produzca la obturación de las microperforaciones la placas son limpiadas cada 3 horas por lo que hay en todo momento 3 filtros trabajando y uno en stand by para su limpieza. Además, una vez al mes a cada uno de ellos se los lava con ácido nítrico al 1% haciéndolo circular desde adentro hacia afuera de la placa, es decir, en sentido inverso al del material mientras funciona.

Como producto del filtrado tenemos por el exterior de la placa un material que tiene 9% de humedad y por el interior de la placa se colecta el agua de filtrado, la cual es colectada en un tanque de reserva para la decantación de sólidos y posterior rebombeo a través del acueducto hacia el Área Industrial I (Planta de Concentración).

El concentrado ya filtrado es transportado por cinta hacia la playa de acopio teniendo el circuito de transporte y acopio de 500 tn/hora. El material acopiado es depositado sobre las cintas transportadoras que lo llevan al embarcadero mediante recuperadores a rodete marca Fridrich Krupp los que consisten en rodillos con cangilones montados sobre orugas que le permiten el movimiento de la pila para luego depositar el material en tolvas móviles que lo llevaran hasta la cinta del embarcadero. Al comienzo del último tramo de esta cinta está ubicada la casilla donde se efectúa el muestreo de exportación del concentrado.



El extremo final de la cinta está articulado para permitir el movimiento del mismo en un ángulo de giro superior a los 90° lo que posibilita el carguío simultáneo de dos barcos.

## **8.- MUESTREO:**



### **8.1- MUESTREO DE PRODUCCION:**

Los puntos de muestreo en la actualidad son:

**Preconcentración:** Se toman muestras en tres puntos, dos muestras en el turno mañana y dos en el turno tarde en: ingreso a planta preconcentración (cinta 230), estéril de preconcentración (cinta 275B), salida de preconcentración (cinta 320)

Se toma dos muestras, una durante el turno mañana y otra durante el turno tarde, y durante el turno noche se procesan datos. Análisis: Se determina % hierro total y % de fosforo

**Concentración:** Se toman muestras en 8 puntos cada dos horas: a la salida de los dos molinos (de barra y peble), concentrado de magnético primario, colas magnéticas primarias, entrada a separador magnético secundario (overflow de hidrociclones), colas separador magnético secundario, colas totales a laguna blanca (sumidero 858 o muestreador 850) y concentrado final. Análisis:

 SECRETARIA DE MINERIA DE LA NACION	<b>MUESTREO DE PRODUCTOS          MINERA SIERRA GRANDE</b>			
	<b>Ejecución:</b> Ing. Ricardo Parra Lic. Guillermo A. Cozzi Lic. Gabriel del Mármol	<b>INFORME FINAL</b> <b>Revisión: 4</b> del 22/1/21	<b>Fecha: 9/9/11</b> <b>Página N°: 20 de 20</b>	
	<b>Revisión:</b> Lic. Gustavo Machado			

Hierro total y Fósforo en Laguna blanca, colas secundarias, colas primarias y concentrado primario.

Hierro total, fosforo y granulometría: en los dos molinos, overflow del hidrociclón y concentrado final.