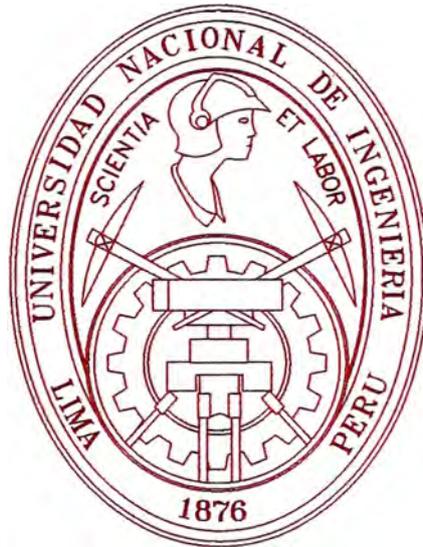


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“ANALISIS DE RIESGO Y CALCULO DE PERDIDA
MAXIMA ESTIMADA EN SHOUGAN HIERRO PERU”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

DANIEL FRANCISCO IWAMOTO SHIMOOKA

PROMOCIÓN 2001- I

LIMA – PERU

- 2006

TABLA DEL CONTENIDO

Prólogo	01
CAPITULO I	03
INTRODUCCION	03
1.1 INFORMACION GENERAL	04
1.1.1 Antecedentes	05
1.1.2 Localización	06
1.1.3 Naturaleza de las Operaciones	06
1.1.4 Clima	07
1.1.5 Sísmica y Volcánica	07
1.1.6 Acceso y Transporte	08
1.2 RIESGOS ASEGURABLES EN SHOUGAN HIERRO PERU	08
CAPITULO II	
OPERACIONES EN LA MINA	12
2.1 METODOS DE EXPLOTACION A TAJO ABIERTO	12
2.2 RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION	13
2.3 GEOLOGIA	17
2.4 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES	18
2.5 RIESGO EN OPERACIONES A TAJO ABIERTO	21
2.5.1 Generalidades	21
2.5.2 Estabilidad de la pendiente	24
2.5.3 Desaguado de las minas	25
2.5.4 Máquinas	25
2.6 PREVENCIÓN DE INCENDIOS	26
2.7 PROTECCION CONTRA INCENDIOS	27

CAPITULO III	29
OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE MINERAL	29
3.1 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES	29
3.2 PLANTA DE TRITURACION	30
3.3 PLANTA DE PROCESADO	31
3.4 PLANTA DE FILTRACION	32
3.5 PLANTA DE GRANULADO	33
3.6 CARGA DE BUQUES E INSTALACIONES PORTUARIAS	35
3.7 RIESGOS EN OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE MINERAL	36
3.7.1 Generalidades	36
3.7.2 Máquinas	38
3.7.8 Concentración de Energía	39
3.8 PREVENCION DE INCENDIOS	40
3.9 PROTECCION CONTRA INCENDIOS	42
3.10 ELIMINACION DE IMPUREZAS	43
CAPITULO IV	
INSTALACIONES AUXILIARES	45
4.1 RESPUESTA A EMERGENCIAS	46
4.2 ALMACEN DE COMBUSTIBLE	46
4.3 GENERALIDADES	47
4.3.1 Oficinas	48
4.3.2 Almacén	48
4.3.3 Talleres	49
4.4 DEPENDENCIAS EXTERNAS	49
4.4.1 Proveedores	49
4.4.2 Energía	50
4.4.3 Agua	53
4.4.4 Almacenamiento de Agua	53

4.5	TRANSPORTE AL EXTERIOR	54
CAPITULO V		
EXPOSICION A RIESGO NATURALES		56
CAPITULO VI		58
PERDIDA MAXIMA ESTIMADA (PME)		58
6.1	DEFINICION DE PERDIDA MAXIMA ESTIMADA	58
6.2	SUPOSICIONES Y CRITERIOS DE VALORACION	59
6.3	PERDIDA DE BENEFICIOS A CONSECUENCIA DE INCENDIO	63
6.4	ESTIMACION DE LOS VALORES DE PME	66
6.4.1	Riesgos Naturales	68
6.4.2	Operaciones a tajo abierto	68
6.4.3	Operaciones de Procesamiento de Minerales	69
6.4.4	Instalaciones Auxiliares	69
6.5	DEPENDENCIAS EXTERNAS	70
CONCLUSIONES		71
RECOMENDACIONES		73
BIBLIOGRAFIA		79
APENDICE		80

PROLOGO

El objetivo del presente informe es realizar una evaluación para el aseguramiento por riesgos de daño a la propiedad, avería de maquinaria e interrupción del negocio (cese de operaciones), asociados a la producción de mineral de hierro en las operaciones de Shougan Hierro Perú.

El presente informe ha sido elaborado en base a las observaciones efectuadas en el lugar y a la información proporcionada por el asegurador. Los capítulos a desarrollar se indican a continuación:

Capítulo 1

Introducción: Se detalla el objetivo del presente informe y así mismo una información general de la empresa materia de evaluación, Shougan Hierro Perú.

Capítulo 2

Operaciones en la mina: Se desarrolla una breve descripción de las operaciones que se realizan en la mina desde la extracción hasta el transporte a la planta de procesamiento, así como los riesgos a los que están expuestos.

Capítulo 3

Operaciones de Procesamiento de Mineral: Se desarrolla una breve descripción de las operaciones en la planta de procesamiento hasta su embarque como producto terminado, así como los riesgos a los que están expuestos.

Capítulo 4

Instalaciones auxiliares: Se tiene en consideración todos los factores externos a las operaciones de la mina y al procesamiento de mineral que complementan los procesos de la mina en su conjunto.

Capítulo 5

Exposición a riesgos naturales: Se analizan los riesgos naturales que podrían causar pérdidas y/o paralizaciones en la producción de la mina.

Capítulo 6

Pérdida Máxima Estimada: Tema principal del presente informe, se indican los diferentes escenarios que podrían causar pérdidas máximas tanto en daños a la propiedad como en interrupción de las operaciones.

En la parte final se puede apreciar las conclusiones del análisis desarrollado en el informe, así como las recomendaciones que se formulan para mejorar la gestión y el orden en las operaciones de la empresa, debido a los diferentes tipos de riesgos a los que están expuestos

CAPITULO I

INTRODUCCION

El objetivo del presente informe es realizar una evaluación para el aseguramiento por riesgos potenciales de daño a la propiedad, avería de maquinas e interrupción del negocio (cese de operaciones), asociados a la producción de mineral de hierro en las operaciones de Shougan Hierro Perú, como son:

- Extracción de mineral a tajo abierto.
- Procesamiento de mineral.
- Eliminación de impurezas.
- Instalaciones auxiliares.
- Dependencias externas.

Las inspecciones son parte importante de la suscripción de los bienes, ya que le dan al asegurador información esencial sobre la base con la que el suscriptor evaluará diversos factores, como por ejemplo:

- La calidad del riesgo.
- Correcta clasificación del riesgo.
- Factores de Suscripción.

- Pérdida Máxima Estimada (PME)
- Participación apropiada del asegurador en el riesgo.
- Áreas en que los riesgos asumidos deben ser mejorados.
- Términos especiales o garantías que se requieran imponer.

Los resultados de la inspección traen beneficios para el Asegurado como por ejemplo la identificación de los peligros y sugerencias de las medidas de prevención de pérdidas necesarias a fin de minimizar la probabilidad de pérdidas.

1.1 INFORMACIÓN GENERAL

Shougang Hierro Perú es un gran productor de mineral de hierro en el Perú aunque es modesto en tamaño si se le compara con muchas otras compañías similares del mundo. Las operaciones se basan en extensos depósitos de magnetita en las cercanías de la costa sur del Perú.

La extracción a tajo abierto se concentra en dos grandes pozos de los cuales se obtiene el mineral de hierro, a continuación son triturados y transportados a la planta concentradora, 15 km hacia la costa. En la operaciones de San Nicolás el mineral es procesado usando separación magnética y flotación, siendo pulverizados para hacerlo apropiado en el siguiente proceso en los hornos. Los residuos en forma de polvo son vendidos o procesados como materia prima para

el proceso de sinterización. Hay un muelle dedicado a cargar buques con capacidades de hasta 170,000 TM.

1.1.1 Antecedentes

La presencia de grandes depósitos de mineral de hierro en la región de Marcona en el sur del Perú se conoce por más de 100 años. En 1943 la Corporación del Santa se formó para estudiar el potencial de los depósitos, y más tarde se fusionaron con la Utah Construction Company para evaluar y desarrollar las minas. En 1952 la Marcona Mining Company se formó cuando la Cyprus Mines Corporation se unió para proveer financiamiento y desarrollar el proyecto de extracción de mineral de hierro. El primer embarque de mineral en el puerto de San Juan fue en Abril de 1953.

En 1960, nuevos desarrollos fueron hechos en el puerto de San Nicolás con la construcción de una planta de concentrado y pulverizado para mejorar o enriquecer el mineral, y la construcción de un puerto dedicado a la carga del mineral.

En 1975 la compañía se nacionalizó y la Empresa Minera del Hierro Perú se hizo cargo de las operaciones.

En 1992, las operaciones fueron privatizadas y vendidas a Shougang Corporation de la República Popular China la cual opera como Shougang Hierro Perú.

Las operaciones de extracción de mineral se realizan a un ritmo estable de producción de 4'700,000 toneladas por año de mineral de hierro de alto grado de concentración en forma de gránulos y polvo para sinterizado.

1.1.2 Localización

Shougang Hierro Perú se localiza en la costa del Océano Pacífico, departamento de Ica en el sur del Perú, en la latitud 15°22'S y en la longitud 75°05'W. Aparte de una pequeña flota pesquera en San Juan no hay otras actividades económicas en las cercanías. La mina está 15 km adentro desde el puerto de San Nicolás y está a 800 metros sobre el nivel del mar.

1.1.3 Naturaleza de las Operaciones

Las operaciones de producción de mineral de hierro en Shougan Hierro Perú son las siguientes:

- Extracción a tajo abierto en varios yacimientos.
- Transporte del mineral a la concentradora y a las instalaciones portuarias.

- Concentración para mejorar el contenido de hierro desde alrededor de 50% hasta 63%.
- Granulado de la mayor parte del concentrado, el restante es vendido como polvo para sinterizado.
- Embarque de los gránulos y el polvo para sinterizado hacia China.

El pueblo de San Juan fue construido para ser habitado por el grupo humano de trabajo y se ha expandido hasta ser una comunidad que incluye una base naval menor.

1.1.4 Clima

Las áreas costeras del sur del Perú tienen un constante clima templado con pocos extremos. Las temperaturas promedio máxima y mínima son 28 °C y 13 °C respectivamente. El promedio de precipitaciones es de sólo 43 mm al año.

1.1.5 Sísmica y Volcánica

Las operaciones de Shougan Hierro Perú se localizan en un área de riesgo a terremotos con una máxima intensidad probable de IX medida en la Escala Modificada de Mercali con un exceso de probabilidad de 20% en 50 años (por Munich Re).

Adicionalmente, con una actividad volcánica cercana a la placa de Nazca que está debajo de la placa Sudamericana, está expuesto a

tsunami en las instalaciones costeras de San Nicolás. Se estiman olas con alturas entre 3 m y 23 m.

1.1.6 Acceso y Transporte

Hay 3 locaciones de las instalaciones de Shougan Hierro Perú en la región de Marcona, todas bastante cerca unas de otras y accesibles por la Carretera Panamericana que es mantenida por el Gobierno Peruano. El camino desde la autopista principal es de cerca de 50 km y al final está San Juan. El puerto de San Nicolás está a casi 20 km desde San Juan y el acceso es por una carretera de gravilla mantenida por Shougang Hierro Perú. Una pequeña carretera de gravilla se desprende de la autopista que viene de San Juan y provee acceso a la mina.

1.2 RIESGOS ASEGURABLES EN SHOUGAN HIERRO PERÚ

Debido a la geología de los yacimientos y al clima frío, hay pocos riesgos inherentes a las operaciones mineras. También, como resultado de la historia de las operaciones, las máquinas son de mediano tamaño y hay dos plantas de trituración, reduciendo así la exposición a pérdidas debido a la inoperatividad de una de las dos. Esta duplicación de plantas de procesamiento se da también en San Nicolás y así favorece la exposición a riesgos.

Hay aún, sin embargo, algunos riesgos significativos en la mina como en San Nicolás, que son de interés para los aseguradores. Los riesgos a incendios son pobremente manejados desde ambos puntos de vista, la prevención y las perspectivas de protección. Esto es importante porque hay suficientes reservas y recursos para otros 50 años de operación. A estos riesgos pobremente manejados se suma el hecho de haber otras exposiciones inherentes en la mayoría de las subestaciones eléctricas que presentan cargas combustibles en los transformadores y rompe circuitos de las líneas de aceite dentro de ellos. Esto hace muy importante la necesidad de administrar efectivamente los riesgos de incendio en estos lugares.

La pérdida máxima estimada para las operaciones de Shougang Hierro Perú son de USD 38 millones, que es el valor que se espera si uno de los siguientes eventos ocurre:

- Un buque de carga colisiona con el muelle y causa grandes daños y destruye el cargador de buques.
- Un incendio destruye la mayor parte de la faja transportadora en tierra firme junto con las máquinas y estructuras asociadas a ella. Se debe anotar que no hay protección contra incendios en la faja transportadora aparte de extintores.

Para cualquier evento habría un cese de toda la producción hasta que las instalaciones siniestradas sean reparadas, lo cual deberá tomar aproximadamente 6 meses.

Hay dos grandes riesgos naturales en Shougan Hierro Perú: terremotos y tsunamis, es una zona IX (Escala modificada de Mercali) de terremotos y también está expuesto a tsunamis con olas cuya altura puede variar entre los 3 y 23 metros. Un tsunami moderado podría destruir el muelle y el cargador de buques, aunque las instalaciones restantes podrían sobrevivir a la peor eventualidad.

La pérdida máxima estimada para un terremoto es de una severidad estimada de USD 159 millones porque causaría la sustancial destrucción de las instalaciones, lo cual derivaría en el total cese de la producción por el período de indemnización.

CAPITULO II

OPERACIONES EN LA MINA

La minería es una actividad industrial que se caracteriza por sus graves riesgos de fuego y explosión. En lo que va del siglo, los siniestros en las minas han causado pérdidas humanas y materiales no igualadas por ningún otro sector industrial. No obstante, se ha progresado mucho en el control de estos peligros como lo demuestra la disminución continua de siniestros en los últimos años.

La minería a tajo abierto exige, antes de la excavación de minerales, el movimiento de la capa de tierra y estratos rocosos (montera).

Los costos de mecanización y producción a gran escala favorecen enormemente la explotación de minas a tajo abierto. Más del 95% de toda la producción minera se efectúa de esta forma.

2.1 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN A TAJO ABIERTO

Se ha desarrollado muchos sistemas de minería a tajo abierto como resultado de la amplia variedad de características geológicas del suelo y el subsuelo y del desarrollo tecnológico de los medios productivos.

La mayor parte de las explotaciones a tajo abierto de minerales metálicos se efectúa por el método de pozo a tajo abierto. Primero se realiza el movimiento de tierras hasta dejar al descubierto la parte superior del mineral y luego, simultáneamente, el desmonte y extracción. El pozo se agranda en superficie y profundidad hasta alcanzar el nivel productivo. La geometría del pozo varía debido a la irregular forma y orientación del mineral, pero son normales dimensiones de 0.8 Km. a varios kilómetros de diámetro y de 30 a 300 metros de profundidad.

A parte de las instalaciones de mantenimiento en la minería a tajo abierto hay pocas estructuras fijas. El proceso se realiza en el exterior mediante equipos móviles y portátiles.

Entre los principales equipos y las funciones que realizan pueden citarse los siguientes: máquinas de movimiento de tierras tal como dragas, palas excavadoras y excavadoras de cucharas para remover la montera; maquinaria de carga tal como palas cargadoras,

cargadoras de ruedas y excavadoras hidráulicas para carga de la montera y el mineral en el frente de corte, y camiones, trenes y transportadores para acarrear el material desde el frente de corte hasta los depósitos de almacenaje o instalaciones de procesado.

Para soporte de la explotación existe una amplia variedad de equipos. Entre ellos se encuentran las explanadoras, niveladoras, camiones cisterna, bombas, subestaciones de potencia, generadoras, trituradoras, grúas, retroexcavadoras, transportadores de explosivos, palas rascadoras y vehículos de mantenimiento y servicio público.

2.2 RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Los fuegos y explosiones constituyen una amenaza constante en las minas, desde el punto de vista de seguridad personal y capacidad productiva.

2.3 RIESGO DE INCENDIO EN LAS MINAS

Porcentajes de fuentes de ignición causantes de incendios en minas (1968-1984).

	Minas subterráneas		Minas a tajo abierto	
	Carbón	Resto	Carbón	Resto
Electricidad	41.7	35.7	19.0	16.2
Fricción	10.2	8.9	9.5	4.7
Combustión espontánea	12.2	8.3	-	-
Explosivos	0.6	1.8	-	-
Superficies calientes (motores)	0.3	14.9	38.1	24.6
Soldadura y corte	11.9	13.7	9.5	17.3
Otras fuentes desconocidas	22.7	16.7	23.9	37.2

Por redondeamiento la suma de los porcentajes puede no ser 100.

Fuente: Oficina de minas de Estados Unidos

Porcentajes de equipos involucrados en incendios en minas (1968 – 1984)

	Minas subterráneas		Minas a tajo abierto	
	Carbón	Resto	Carbón	Resto
Equipos electrónicos estacionarios	22.6	14.9	23.9	5.2
Equipos móviles	34.5	32.7	42.7	30.9
Otros equipos	30.1	38.1	6.8	38.7
Ninguno o desconocido	12.8	14.3	26.6	25.1

Por redondeamiento la suma de los porcentajes puede no ser 100.

Fuente: Oficina de minas de Estados Unidos

Porcentajes de materiales en combustión involucrados en incendios en minas (1968-1984)

	Minas subterráneas		Minas a tajo abierto	
	Carbón	Resto	Carbón	Resto
Aislamiento eléctrico	25.2	19.6	23.8	8.6
Madera	7.5	25.7	-	-
Carbón y mineral combustible	31.6	1.7	-	-
Goma	13.6	11.7	14.3	9.0
Explosivos	0.3	0.4	-	-
Líquidos inflamables y combustibles	13.9	22.6	60.9	42.5
Otros o desconocidos	7.8	18.3	1.0	35.7

Por redondeamiento la suma de los porcentajes puede no ser 100.

Fuente: Oficina de minas de Estados Unidos

Se inician más fuegos en los equipos móviles que en cualquier otro equipo. Las causas pueden ser fallas eléctricas, chispas, recalentamiento por rozamiento o las superficies calientes de los motores. El mayor riesgo lo constituyen los combustibles líquidos, como los aceites hidráulicos, grasas y lubricantes. Sin embargo, también contribuyen al fuego los forros de los cables, neumáticos y restos de combustibles.



Figura 1: Incendio en un cargador frontal

Los fuegos a bordo de la gran maquinaria móvil de las exploraciones a tajo abierto representan un serio peligro (Figura 1). Los fuegos en maquinaria diesel generalmente provocan fugas en las líneas hidráulicas a alta presión, rociando una nebulización caliente de líquido altamente combustible sobre una fuente de ignición, como por ejemplo un colector de escape o un turbo compresor. Las fallas de equipos eléctricos son las causas más frecuentes de fuegos en palas cargadoras, barrenadoras y dragas.

La tercera causa en importancia de fuegos en las minas son las operaciones de corte y soldadura.

Otras fuentes de calor generado se presentan por el rozamiento entre las cintas transportadoras y sus transmisiones, así como la fricción entre neumáticos sobrecalentados y los frenos de estacionamiento, que se dejan puestos, durante el funcionamiento de vehículos.

El almacenaje, manipulación y uso de líquidos inflamables y combustibles presentan riesgo de incendio en todos los sectores de la minería. La mayoría se desencadena en equipos móviles. Los fluidos hidráulicos a elevada presión y temperatura constituyen un riesgo de primer orden.

2.3 GEOLOGÍA

Hay dos zonas principales de hierro enriquecido y una mina de gran envergadura entre ambas. También hay algunos pequeños yacimientos alrededor. En la formación de Marcona hay 43 depósitos, de los cuales 16 son económicamente atractivos para explotar, estos tienen un grado promedio de 57,8% de hierro. En la formación montañosa hay 73 depósitos y en ella se ha establecido una mina, el grado promedio es de 46,9% de hierro.

Los yacimientos son principalmente magnetita que tiene una orientación este - oeste. El contacto de la pared sur es típicamente a una pendiente de 45° y el de la pared norte es casi vertical. La gran cantidad de magnetita está cubierta por una zona oxidada de hematita

y una zona de transición entre la magnetita y la hematita. Una pequeña cantidad de pirita también está presente, la cual es referida como contaminante y es removida en la planta de procesado.

Hay reservas sustanciales y recursos remanentes, los que son lo suficiente para mantener la producción probablemente por más de 100 años.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

Hay dos pozos principales y varios yacimientos alrededor de éstos. Los pozos han sido desarrollados en una meseta plana y por ello todo la extracción y transporte es cuesta arriba fuera de los pozos y los botaderos de la roca de desecho está por encima de los bordes. Hay una red de carreteras en la superficie que proveen acceso desde las operaciones mineras y las instalaciones en la meseta circundante.

Todo el trabajo es en roca dura, requiriéndose perforado y uso de explosivos en la fase inicial de la extracción. La voladura se hace predominantemente con ANFO, también ANFO reforzado con aluminio (AIANFO) que es usado para obtener fragmentación adicional en algunas áreas.

Hay dos plantas de trituración, la N° 1 y la N° 2 que tienen el chancado primario y secundario en circuito abierto para reducir el

mineral a menos de 50 mm. Sus capacidades son de 1000 ton/h y 2000 ton/h respectivamente. El mineral chancado es apilado en un montículo en cada planta usando una faja elevadora especialmente acondicionada. Cuando se requiere, ésta es desarmada y vuelta a ensamblar para el transporte y despacho al puerto de San Nicolás. Esta faja (Figura 2) tiene 15 km de longitud y 800 m de caída, la mayor parte de la cual se da en la mina. Su capacidad es de 2200 ton/h.

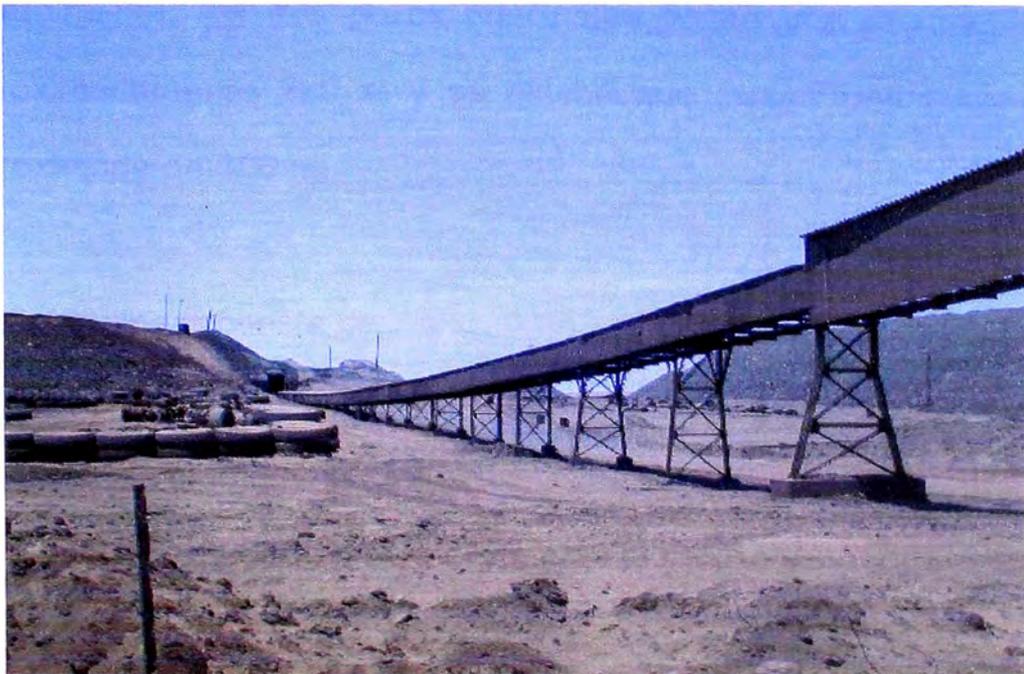


Figura 2: Faja transportadora

El equipo de la planta de trituración consta de:

Planta N° 1:

- 01 triturador de quijadas primario de 66" x 84" Birdsboro Buchanan.
- 02 trituradores secundarios cónicos de 7' Symons.

Planta N° 2:

- 01 triturador giratorio primario de 48" x 74" Allis Chalmers.
- 02 trituradores secundarios cónicos de 7' Noldberg Symons.
- 01 separador magnético.

Actualmente, los dos pozos principales tienen una profundidad de aproximadamente 220 m y se estima que tendrá una profundidad aproximada de 300 m.

La flota minera consta de:

- 11 plataformas de perforación tamaño B55, que perforan agujeros de 9" de diámetro por voladura.
- 02 camiones de ANFO que mezclan el grueso de AN y el FO antes de la descarga en los agujeros.
- 13 palas mecánicas P&H cuya capacidad varía entre las 6 yd³ y 15 yd³.
- 02 cargadores frontales Caterpillar.
- 41 camiones de transporte, 10 camiones Caterpillar 785C y los restantes son camiones Euclid y Haulpak.

- Vehículos de apoyo, incluyendo tractores, moto niveladores y camiones cisterna.

Las palas tienen una antigüedad que varía entre los 12 y 20 años; los camiones Caterpillar, alrededor de 3 años y los demás vehículos tienen aproximadamente 15 años.

El promedio de producción actual de los pozos es de 35,000 ton/día, es llevada a la planta de procesado de San Nicolás con un total de 70,000 ton/día de mineral y desecho de las minas.

2.5 RIESGO EN OPERACIONES A TAJO ABIERTO

2.5.1 Generalidades

Hay un buen acceso a las áreas de producción de mineral en los dos pozos. Si ocurriese un colapso de una de las paredes, no sería difícil el acceso para remover el material y reinstalar la pared, aunque tomaría varios meses si este colapso fuese de gran magnitud. Un colapso tendría un impacto directo en la producción de mineral de hierro, pero no deberá exceder más del 25% de un período el restaurar la pared.

Hay una gran preocupación en mantener un pavimento de buena calidad en todos los caminos, optimizando así las condiciones de manejo de los operadores. Las superficies tienen mantenimiento

regular por parte de la flota de motos niveladoras. Los camiones cisterna se usan para controlar y reducir el polvo. El área donde hay gran tráfico se encuentra ubicado camino a las chancadoras. Todas las rampas están acondicionadas de tal modo que minimizan la probabilidad de caída de los vehículos por las laderas. Los caminos son lo bastante amplios como para dar una buena separación entre los vehículos que se aproximan.

Debido al clima hay poco riesgo de pérdidas por caminos resbalosos. La niebla y el fino polvo atmosférico pueden causar baja visibilidad haciendo las operaciones de transporte un poco más peligrosas. Los caminos de transporte en la superficie entre los pozos, chancadoras, talleres, etc. son todos caminos divididos y la berma central usada para separar el tráfico tiene luminarias a cada extremo. El drenaje de los caminos no es un aspecto relevante.

Debido a la separación geográfica de las operaciones, la densidad de tráfico en la mayoría de las áreas es baja. Los únicos puntos de congestión son las plantas primarias de trituración.

Dentro de los pozos la condición de los caminos es algo deteriorada debido a las ondulaciones por la falta de control de las alturas de cada nivel mientras las zanjas son cavadas. Con GPS y otros equipos de vigilancia y monitoreo, ahora es posible controlar las correctas alturas

de los niveles. Un estricto control de ello reduce los costos y a la vez provee condiciones más seguras de manejo para los operadores.

El ANFO y el AIANFO son usados para la voladura de los pozos no habiendo necesidad de emulsiones ya que no hay agua en ninguno de los pozos a volar. Hay una flota de dos camiones de ANFO que lo mezclan inmediatamente antes de ser cargados en sus lugares. Todo el personal involucrado en esta tarea es personal de Shougang Hierro Perú. Hay un alto grado de sofisticación en el control de la voladura. La cantidad de nitrato de amonio (AN) es provista en bolsas en bruto de 1 ton que son almacenadas al aire libre en un complejo que tiene un servicio de vigilancia de 24 horas. Las bolsas son cargadas en los camiones usando un cortabolsas seguido por fajas transportadoras para elevar el AN a un contenedor elevado. Los camiones se cargan entonces colocándolos debajo de estos contenedores.

El campo de almacenaje de AN está separado del resto de las instalaciones y hay una buena cantidad de montículos de desecho alrededor para proveer protección adicional.

Existen turnos de ocho horas para todas las operaciones. Todos los operadores residen en San Juan y usan buses que los transportan hacia y desde la mina en cada cambio de turno. Es un viaje de aproximadamente 30 minutos.

2.5.2 Estabilidad de la Pendiente

Estando las paredes en roca viva y a moderada altitud, la estabilidad no es un aspecto de muy alto riesgo. Esto es apoyado por el pie de la ladera en el lado sur y que tiene una pendiente de 45° , siguiendo el contacto entre el mineral y la roca base. Siguiendo algunos estudios de mecánica de rocas al comienzo de las operaciones, revisados a mediados de los años 70, la pendiente del pozo había sido calculada en 52° . Los pies de las laderas han ido retrocediendo en sucesivas excavaciones para permitir que los pozos sean profundizados para extraer más mineral.

Los yacimientos se extienden hasta una profundidad dependiendo de los costos de operación. Esto es apoyado por la existencia de otros yacimientos no explotados, en los que sería más barata la explotación en lugar de profundizar un pozo ya existente. Por ello, es muy poco probable que la profundidad de los pozos en el futuro exceda los 300 m.

En resumen, los peligros que se presentan debido a la estabilidad de la pendiente son bajos, pero debido a la falta de monitoreo constante, la probabilidad de una gran falla inesperada en uno de los muros es más alta que en una operación con un programa de monitoreo constante en las pendientes de los pozos.

2.5.3 Desagudo de las minas

Prácticamente no hay pérdidas potenciales debido a inundaciones en uno o más pozos. No hay presencia de agua subterránea y esto puede ser establecido con un alto grado de confianza porque ha habido un activo programa para localizar agua subterránea en el área para proveer agua a las operaciones.

Podría haber algunas interrupciones menores en la eventualidad de una tormenta particularmente severa, lo cual es muy poco frecuente (probablemente una vez cada 10 años).

2.5.4 Máquinas

Las operaciones mineras son aún hechas con una gran flota de vehículos medianos en lugar de usar una pequeña flota de vehículos más grandes, como es el caso de la mayoría de las operaciones a tajo abierto de las mismas magnitudes. Esto significa que el efecto en la producción debido a la pérdida de una sola unidad es muy bajo.

Además de los vehículos Caterpillar, el equipo de Shougan Hierro Perú está tornándose bastante antiguo, por lo que la probabilidad de una falla de proporciones es mayor.

Hay un gran taller móvil muy bien equipado en la mina y se usa para las actividades de mantenimiento. Todo el personal de mantenimiento

es de Shougan Hierro Perú. Parece haber una cantidad suficiente de repuestos para las palas mecánicas, como era de esperarse para una operación con una flota de esa cantidad y antigüedad.

Los repuestos para algunos de los vehículos más antiguos y pequeños están empezando a hacerse más difíciles de conseguir ya que estas máquinas ya no se fabrican más.



Figura 3: Taller de reparación de vehículos de la mina

2.6 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

El riesgo principal de incendio para las máquinas es cuando el equipo está en servicio, como lo demuestra la estadística de pérdidas de

maquinaria alrededor del mundo cada año debido a incendios. Con una probabilidad menor pero con mayor severidad está la pérdida de una parte de la flota debido a un incendio dentro de un taller (Figura 3).

Fumar está prohibido dentro de los talleres.

El trabajo en caliente se hace en un área separada del taller, reduciendo así el riesgo de que éste cause un incendio en las grasas y aceites necesarios para las actividades de mantenimiento y reparación.

No hay un sistema de permisos para trabajos en caliente utilizado para labores de mantenimiento en planta y ello incrementa el riesgo de incendio. Las consecuencias de un incendio podrían también ser significativas si el incendio llegase a afectar las plantas de trituración, y en particular la faja de transporte.

El mantenimiento y limpieza en los talleres es satisfactorio, sin acumulación de desperdicios.

2.7 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La protección contra incendios en todas las áreas de operaciones, incluyendo los talleres y plantas de procesamiento, está provista únicamente por extintores. La excepción a esto está en los nuevos

camiones Caterpillar que están equipados con extintores automáticos para el motor y la transmisión.

No hay suministro de agua contra incendios aparte del agua de los camiones cisterna.

No hay estaciones contra incendios en la mina que puedan proveer equipos para combatir los incendios.

Los extintores son suficientes en número, son bastante nuevos y son inspeccionados cada tres meses. Cada uno tiene una etiqueta adjunta que muestra la frecuencia de las inspecciones y aquellos que tuvieron alguna observación fueron saneados. Los extintores en la planta están contenidos cada uno en un gabinete para evitar la acumulación de polvo en ellos.

CAPITULO III

OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE MINERAL

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

En San Nicolás, el mineral chancado es procesado para remover alguno de los contaminantes, principalmente sílice, aumentando así la concentración de hierro, y luego la mayor parte es mejorada físicamente mediante la aglomeración del mineral fino en gránulos. Estos son apropiados para la alimentación directa de los hornos de los clientes. Los cuatro productos son:

- Gránulos para hornos.
- Gránulos para reducción directa.
- Polvo para sinterizado.
- Polvo para granulado.

Cada producto se acumula en su propio montículo y tiene su propia faja transportadora en el puerto para la transferencia a los buques de carga, según se requiera.

Hay cuatro plantas separadas en San Nicolás para procesar el mineral:

- Una planta trituradora que reduce el mineral de 50 mm a 20 mm.
- Una planta procesadora que retira los contaminantes no magnéticos y la pirita.
- Una planta de filtración para retirar el agua del mineral de hierro concentrado.
- Una planta de granulado para aglomerar el concentrado.



Figura 4: Vista General de la Planta San Nicolás

3.2 PLANTA DE TRITURACIÓN

Hay dos líneas de trituración que operan en paralelo. La línea N° 1 tiene dos chancadoras cónicas, la primera en circuito abierto, seguida

de la segunda, en circuito cerrado. Una bandeja vibratoria se usa antes de la primera chancadora.

La línea N° 2 tiene tres chancadoras cónicas precedidas por su propia bandeja vibratoria. Las chancadoras están en paralelo y en circuito abierto.

Todas las chancadoras son chancadoras cónicas Nordberg, la primera de la línea N° 1 es de 5,5' y las demás de 7'.

El producto a la salida de las chancadoras es transportado a uno de los ocho silos al frente de las líneas de trituración en la planta de procesado.

3.3 PLANTA DE PROCESADO

Se utiliza una combinación de separación magnética y flotación para retirar los contaminantes del mineral. La separación magnética retira el grueso de los contaminantes en forma de sílices, y a esto le sigue la flotación para retirar la pirita, que aunque tiene un alto contenido de hierro, es indeseable debido a que también contiene azufre.

Hay ocho líneas de trituración operando en paralelo, cada una con sus separadores magnéticos y alimentados por los ocho silos.

Cada línea tiene un molino de rodillos, seguido por un separador magnético basto o de gruesos y un molino de bolas con un separador magnético fino. Los molinos de bolas operan en circuito cerrado con sus propios bancos de centrífugas para mantener el control del tamaño de las partículas. El producto a la salida de los separadores magnéticos pasa entonces a través de un circuito de flotación para remover la pirita que flota sobre las celdas.

Los residuos de todo este procesado son bombeados para su desecho. El material deseable se bombea a la planta de filtración.

3.4 PLANTA DE FILTRACIÓN

Los concentrados son compactados para retirar la mayor parte del agua y luego se derivan a la planta de filtración donde la mayor parte del agua remanente se retira en uno de los muchos discos filtradores que operan en paralelo en las líneas de filtración. El contenido de agua esperado varía entre 8,5% y 8,8%.

Hay dos líneas de nueve filtros que retiran el agua de los concentrados para la planta de granulado y hay otra línea de cuatro filtros para la planta de polvo para sinterizado.

3.5 PLANTA DE GRANULADO

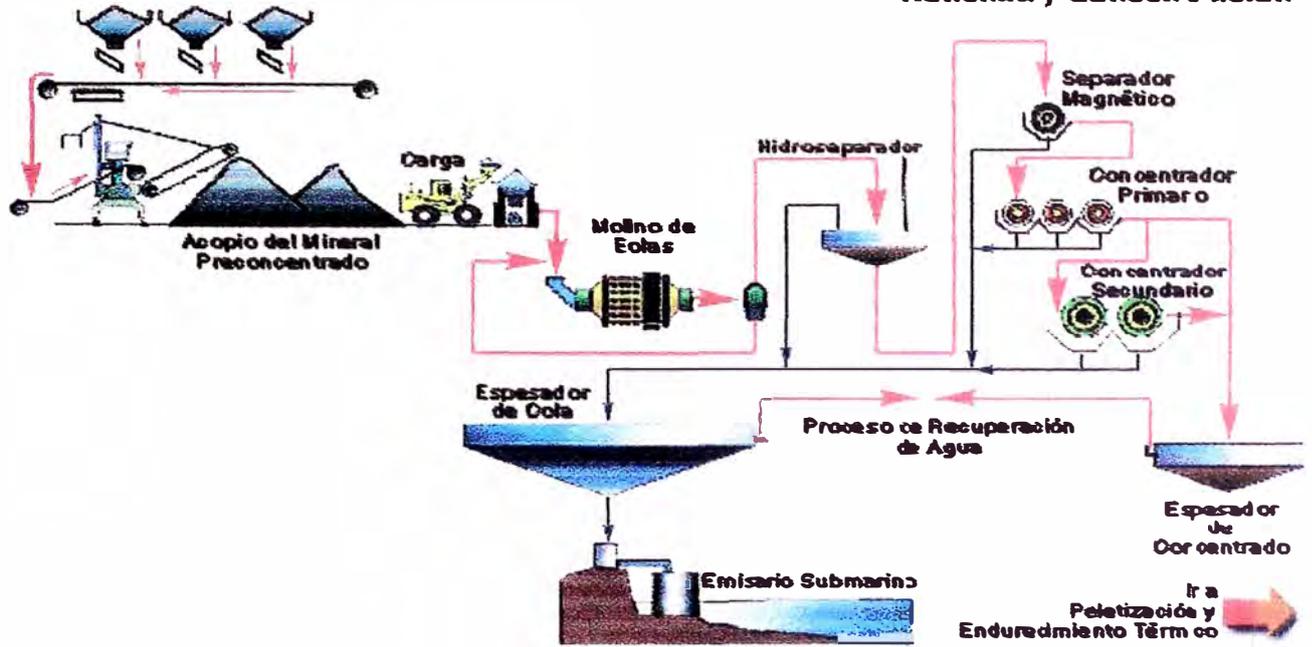
Hay dos líneas granuladoras en paralelo. La línea N° 1 con una capacidad de 1000 ton/h y la línea N° 2 con una capacidad de 2000 ton/h.

El proceso es el mismo para ambas:

- Almacenaje del polvo en silos.
- Alimentación a un ratio cuidadosamente controlado para cada uno de los discos que produce granulos.
- Almacenaje en una parrilla móvil para formar capas uniformes.
- Mientras la parrilla se mueve a través del horno hay un número de zonas que calientan progresivamente los gránulos, primero secándolos y luego endureciéndolos mientras que la bentonita que ha sido previamente mezclada con los concentrados reacciona con el hierro y la sílice. Las zonas finales son zonas de enfriamiento en donde aire frío es forzado a través de las capas de gránulos.
- Los gránulos son descargados y transportados a los contenedores y listos para su embarque.

En los hornos se usa petróleo residual pulverizado.

**Proceso Productivo
Planta de Pellet
Molienda y Concentración**



**Proceso Productivo
Planta de Pellet
Pelletización y Endurecimiento Térmico**



Figura 5: Diagrama de las operaciones de procesamiento de mineral de hierro

3.6 CARGA DE BUQUES E INSTALACIONES PORTUARIAS

Las instalaciones de embarque en San Nicolás constan de un solo muelle con una longitud total de 375 m. tiene una plataforma de 15 m de ancho y de 4,5 m sobre el nivel del mar. En el lado oeste hay buques de no más de 320 m x 50 m y de hasta 170,000 ton. Hay un solo cargador alimentado por una faja transportadora con capacidad de 4,000 ton/h.

El lado este del muelle se usa para albergar a los cargueros que traen el petróleo residual.

Normalmente, de 3 a 4 buques al mes llegan para cargar gránulos y polvo para sinterizado y exportarlos a los hornos de Shougang en China.



Figura 5: Protección del muelle contra choque de buques

3.7 RIESGOS EN OPERACIONES DE PROCESAMIENTO DE MINERAL

3.7.1 Generalidades

La medida más significativa de reducción de riesgos en San Nicolás es la existencia de líneas en paralelo para la mayoría de procesos. Esto también se extiende a muchos servicios como el suministro de energía a las líneas. Así, la pérdida de una de las líneas, o de la Central Termoeléctrica que le suministra energía, resultará en una pérdida máxima de 65%. Hay algunas excepciones a esto, siendo la más notable la subestación eléctrica de la planta de filtración que controla el suministro de energía para toda esta planta y para las instalaciones de carga en el puerto.

Toda la maquinaria es de tamaño mediano y, en su mayoría, de más de 30 años de antigüedad. Sin embargo la mayor parte está en buenas condiciones y debería poder operar confiablemente y sin mayores desperfectos estructurales.

La limpieza alrededor de las máquinas en todas las áreas es muy buena y las paradas de máquinas por falla debido al polvo son mínimas.

Los niveles de control automático varían con las secciones más antiguas, relegando gran parte al control manual. En las secciones más modernas, es extensivo el uso de controladores automáticos. Una de las líneas de trituración tiene un sistema computarizado. El nivel más bajo de control automático significa que hay un riesgo más alto de falla de máquinas y el evento de pérdida de producción. La rotación de los turnos de trabajo es baja y así las habilidades aprendidas durante el trabajo son ampliamente retenidas por los trabajadores. Esto ayuda a reducir los riesgos asociados al bajo nivel de automatización.

El control de la corrosión es muy importante para mantener la integridad de las estructuras en la costa marina. En las plantas no se observó ninguna evidencia aparte de una ligera corrosión superficial. En el muelle había un poco de corrosión severa en las estructuras de

la faja transportadora y el cargador de buques, pero había un programa de reparación futuro en el momento de la evaluación. Las bases del muelle parecen estar en buenas condiciones.

3.7.2 Máquinas

Los riesgos asociados en las máquinas en San Nicolás están sustancialmente reducidos por la presencia de líneas de proceso paralelas en la mayor parte de los casos. También, aparte de las líneas granuladoras, el uso de máquinas es menor de 100% de la capacidad instalada. Así, la mayor parte de los repuestos son mantenidos en la forma de máquinas en stand-by en lugar de mantener repuestos en el almacén.

Parecía haber un alto grado de conciencia en la importancia de un programa de mantenimiento preventivo. La mayor parte de las reparaciones se hace con personal de Shougan Hierro Perú. En cada planta hay un pequeño taller en el interior que se encarga de las reparaciones menores, el cual recibe apoyo para las reparaciones más importantes del taller principal de San Nicolás.

Cada año, la plantas granuladoras son puestas fuera de servicio por 20 días para reparaciones mayores, particularmente para el interior de los hornos. Durante este tiempo la mayor parte de las máquinas

rotativas, que normalmente trabajan intensamente, son abiertas, inspeccionadas y reparadas de ser necesario.

Hay poco uso de monitoreo, aunque particularmente en la parrilla sometida a constante vibración en la planta de granulado hay un sistema de monitoreo instalado que enciende una alarma si ocurriese un desbalanceo, e incluso apaga parte de la línea si la situación empeora. Se tiene amplio stock de repuestos.

3.7.3 Concentración de Energía

La demanda de energía en San Nicolás es de alrededor de 60 MW habiendo grandes concentraciones de energía en las subestaciones eléctricas que alimenta la planta procesadora y las plantas de granulado. Hay cuartos separados para cuatro de las ocho líneas de trituración y también para cada una de las líneas granuladoras. Esto reduce las consecuencias de una pérdida mayor en sólo una de las subestaciones.

Dentro de cada una de las subestaciones hay riesgos significativos de incendio porque los transformadores usados para reducir el voltaje de 14,2 kV están localizados en cuartos cerrados. Algunos tienen hasta cuatro grandes transformadores. También, debido a la antigüedad de estas instalaciones, se usan rompe circuitos llenos de

aceite, esto incrementa el riesgo. Un incendio allí destruiría la subestación incluyendo las estructuras de concreto.

Las subestaciones son mantenidas muy limpias y no hay acumulación de polvo, lo que reduce la probabilidad de falla de los circuitos.

Los aceites en los transformadores son analizados anualmente, evaluándose su contenido de agua, viscosidad y fuerza dieléctrica. No se hacen más análisis.

No hay pruebas de termografía infrarroja que se hagan. Debido a la presencia de grandes volúmenes de material combustible en las instalaciones, la aplicación de las pruebas indicadas líneas arriba serían recomendables.

3.8 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

El riesgo predominante en las instalaciones de proceso son las principales subestaciones eléctricas, en términos de probabilidad de incendio como de severidad de consecuencias. Por ello, son muy importantes las medidas de prevención y protección contra incendios.

Muchas de las puertas en los paneles de control se encuentran abiertas para permitir la disipación de calor. El cableado se encuentra

sobre bandejas colocadas a la altura de los techos, no mantienen un adecuado orden.

No se hace termografía infrarroja ni pruebas de inyección secundarias al equipo eléctrico de los paneles.

El mantenimiento y limpieza en los cuartos de control es excelente, a excepción del cuarto de control en la planta de filtración. Aunque este cuarto tiene relativamente una baja cantidad de energía, es uno de los pocos lugares de todas las instalaciones de San Nicolás en las que un incendio afectaría al 100% de la producción. Esta habitación necesita estar en mejores condiciones.

No hay un programa de permisos de trabajos en caliente (soldadura / esmerilado) en San Nicolás, lo que incrementa el riesgo de incendio en muchas áreas. Se realizan reparaciones en la faja transportadora del muelle, en este tipo de trabajos se hace uso de corte y soldadura con oxiacetileno y no había extintores cerca. Tampoco mangueras contra incendio ni bombas que pudieran tomar agua del muelle o de alguna línea de agua.

No había evidencia de acumulación de polvo, grasas u otros residuos ya que el mantenimiento y limpieza son muy buenos.

3.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Además de rociadores en gran parte de los almacenes, y una buena distribución de extintores, no hay más protección contra incendios en las instalaciones de San Nicolás. Esto es un gran defecto, a no ser que se anticipe que las instalaciones de San Nicolás no serán de utilidad en el futuro cercano, lo cual es improbable, entonces urge una mayor inversión en lo que se refiere a este aspecto.



Figura 6: Protección contra incendios, hidrante ubicado en el exterior del almacén de San Nicolás

El alcance actual de la protección contra incendios necesita ser materia de un estudio detallado, pero los requisitos mínimos incluyen:

- Suministro de agua dedicado exclusivamente al sistema contra incendios.
- Red de hidrantes, ubicados a 40 m de cualquier material inflamable.
- Red de agua presurizada que permita que hayan dos hidrantes bombeando agua a 100 lt/min.
- Un vehículo contra incendios provisto de mangueras, herramientas y accesorios necesarios para una adecuada repuesta contra incendios.

No hay detectores de humo en ninguno de las áreas clave de riesgo, como los cuartos de control.

3.10 ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS

Hasta hace muy poco, los residuos de San Nicolás eran desechados por medio de una tubería submarina. Esto se ha reemplazado por un punto de acumulación de desechos, localizado en una depresión local cerca de la planta. Los terraplenes son naturales y con una tasa de evaporación que supera las precipitaciones anuales, no se espera ninguna amenaza debido a la planta.



Figura 6: Cancha de relaves

CAPITULO IV

INSTALACIONES AUXILIARES

Las operaciones mineras en la región de Marcona se desarrollaron en una época en la que era un área remota del Perú sin estructuras ni instalaciones en las cercanías, por lo que se requirió la construcción de muchas instalaciones auxiliares, las cuales incluyen:

- Un nuevo poblado con todas las instalaciones necesarias para las actividades sociales que los trabajadores y sus familias pudieran requerir.
- Un puerto para traer la mayor parte de los materiales y maquinarias.
- Edificios administrativos.
- Talleres para las reparaciones de cualquier máquina del lugar.
- Almacenes para mantener repuestos y grandes cantidades de los materiales necesarios para una operación de esta magnitud.

Shougan Hierro Perú aún posee y costea todas estas instalaciones para mantener sus operaciones.

4.1 RESPUESTA A EMERGENCIAS

Hay un coordinador de respuesta a emergencias y su función primordial es verificar que todos los extintores estén en buenas condiciones y que todo el personal se encuentre entrenado de manera muy competente en su uso. Esto es un buen comienzo para dar una buena respuesta contra incendios. También es responsable de proveer las mangueras y el personal cuando hay un buque descargando petróleo en el muelle.

No hay un vehículo contra incendios y el equipamiento necesario para ello es escaso. Esto significa que un incendio que ocurra en cualquier lugar que no sean los almacenes y no pueda ser controlado con extintores se convertirá en muy destructivo y se extenderá a todo el material combustible adyacente. En la mayoría de las plantas no se mantiene alta concentración de material combustible, pero hay suficiente combustible en áreas claves para causar un gran daño y una interrupción en la producción.

No hay una brigada contra incendios disponible en esta región del Perú.

4.2 ALMACÉN DE COMBUSTIBLE

Hay dos grandes depósitos de combustible en la mina y tanques para almacenar el petróleo residual utilizado en las plantas de

procesamiento en San Nicolás. Estos tienen una adecuada separación de las demás instalaciones, no representan un riesgo significativo. La importancia del petróleo residual ha sido disminuida debido a que sólo es necesario para la planta granuladora, ya que la casa de energía respectiva se usa con poca frecuencia.

No hay equipo fijo de extintores portátiles en estos depósitos de combustible.

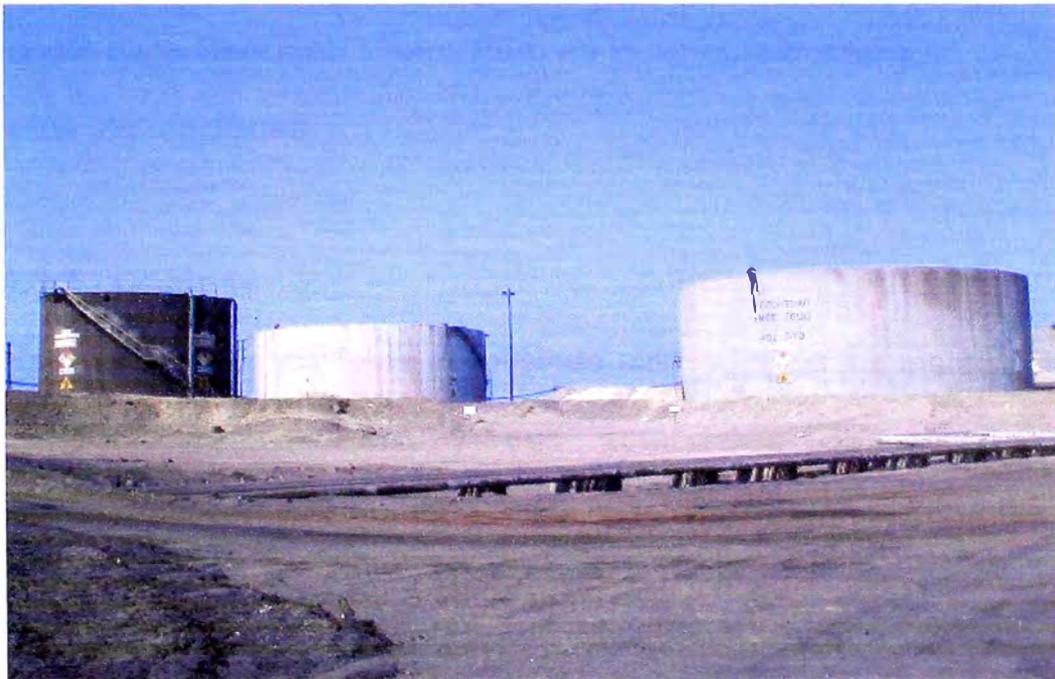


Figura 7: Tanques de Combustible

4.3 GENERALIDADES

El sistema de carreteras alrededor de Shougan Hierro Perú es de tierra afirmada y grava, es mantenido en un buen estándar. Hay poco movimiento vehicular y el riesgo por accidentes vehiculares es bajo.

No hay movimiento aéreo programado sobre la mina de San Nicolás. El tráfico desde y hacia la puerta principal está controlado permanentemente por personal de seguridad en la entrada. Sin embargo, debido a la gran amplitud de las operaciones en la mina, no resultaría difícil vulnerar el sistema de seguridad. Las instalaciones más pequeñas en San Nicolás y la presencia de guardias de seguridad hacen esta vulnerabilidad más difícil, pero aún así resultaría algo relativamente sencillo de lograr. La defensa más robusta que existe para Shougan Hierro Perú es lo agreste del terreno circundante a las instalaciones.

4.3.1 Oficinas

Hay numerosos edificios de oficinas alrededor de las instalaciones de Shougan Hierro Perú y sus estándares de construcción y mantenimiento son variados. No hay protección contra incendios aparte de extintores para estos edificios.

No se permite fumar en las oficinas y esto parece no ser ningún problema.

4.3.2 Almacén

Se revisó el almacén principal de San Nicolás. Su construcción es adecuada y contiene la mayor parte de las provisiones materiales y repuestos menores necesarios para las operaciones. El valor de lo

almacenado no es muy alto y podría ser reemplazado bastante rápido. Así, la interrupción de las operaciones que resultaría de un incendio que destruyera el almacén sería pequeña. Existe agravación por concentración de material combustible debido a la cantidad de madera que ha sido utilizada para los estantes de almacenamiento.

La protección contra incendios es provista por rociadores en dos niveles y también por hidrantes en el perímetro del edificio.

4.3.3 Talleres

Hay grandes talleres en San Nicolás para cada especialidad ya sea mecánico, eléctrico o hidráulico, de manera que las reparaciones de envergadura pueden hacerse in situ. Todos son edificaciones con estructura de acero y no presentan mayores riesgos o pérdidas significativas.

4.4 DEPENDENCIAS EXTERNAS

4.4.1 Proveedores

No se considera que presenten algún riesgo excesivo para Shougan Hierro Perú porque los equipos y máquinas son de uso común y generalizado en la industria minera de Sudamérica. Reservas o stock de intermediarios de emergencia para materiales como el AN y petróleo residual se mantienen en el lugar y proveen niveles

adecuados de protección contra la interrupción de las operaciones si el stock se mantiene.

4.4.2 Energía

La demanda de energía ha permanecido casi constante y de alrededor de 60 MW. Las operaciones de las tres zonas: Mina, San Nicolás y San Juan pueden abastecerse de energía eléctrica producida por dos diferentes fuentes, las cuales describimos líneas abajo:

- A. Sistema Interconectado Nacional
- B. Central Térmica Shougesa (Stand-by)

A. Sistema Interconectado Nacional: La energía comprada al Sistema Interconectado Nacional es producida por la Hidroeléctrica del Mantaro y distribuida por Edelsur, llegando a través de líneas aéreas de alta tensión a las tres zonas, contando con una subestación por zona. Cada subestación esta conformada por tres transformadores trifásicos de 37.5 MVA. de capacidad cada uno, con una relación de transformación de 60,000/14,200 voltios. Los edificios en donde se ubican los transformadores son de material noble.

La distribución de la energía a los diferentes puntos esta dada por Shougang a través de líneas aéreas contando entre los tres sectores

con alrededor de 250 transformadores, reduciendo el voltaje de 14,200 a 220 y 380 voltios, concentrándose los mismos en San Nicolás.

B. Central Térmica Shougesa: Fue puesta en servicio en 1963 cuando empezaron a operar los dos primeros grupos de 20.18 MW. Actualmente la planta cuenta tres grupos generadores que en conjunto ofrecen una capacidad de 67.22 MW. Estos se encuentran operativos en Stand-by, y en condiciones de entrar en operación cuando se solicite.

EQUIPOS DE GENERACION			
	Unidad No. 1	Unidad No. 2	Unidad No. 3
Equipo	Turbina	Turbina	Turbina
Marca	G.E.	G.E.	Mitsubishi
Tipo	A Vapor	A Vapor	A Vapor
Etapas	15	15	17
Potencia	20.18MW	20.18MW	26.86MW
R.P.M.	3600rpm	3600rpm	3600rpm
Presión de Vapor	850 psi	850psi	850psi
Extracciones	4	4	4
Año Fabricación	1963	1967	1970
Generador	G.E.	G.E.	Mitsubishi
Frecuencia	60Hz	60Hz	60Hz
Enfriamiento	Hidrógeno	Hidrógeno	Aire
Potencia	22.059MW	22.059MW	29.412MW
R.P.M.	3600rpm	3600rpm	3600rpm
Voltaje	13.5kV	13.5kV	13.5Kv
Fases	3	3	3
Año Fabricación	1962	1964	1970

CALDERAS			
	Unidad No. 1	Unidad No. 2	Unidad No. 3
Marca	Mecánica de la Peña	Mecánica de la Peña	Mitsubishi
Tipo	VU-60	VU-60	VU-60
Capacidad	86,000Kg/h	86,000Kg/h	116,000Kg/h
Presión	60kg/cm ²	60kg/cm ²	60kg/cm ²
Tiro	Forzado	Forzado	Forzado
Atomización	Vapor	Vapor	Vapor
Quemadores	Frontal	Frontal	Frontal
Año Fabricación	1995	1995	1972

Adicionalmente, se cuenta con un grupo electrógeno diesel de 1.5 MW.

Esta central está conectada al Sistema Nacional Interconectado y sólo entra en operación cuando las centrales hidroeléctricas no están en capacidad de ofrecer la energía suficiente y a solicitud del COES.

Inicialmente, toda la demanda de energía de la mina, San Nicolás y San Juan fue dada por la central termoeléctrica del lugar, construida en San Nicolás.

La mayor parte de la energía es traída de la red del Sistema Interconectado Nacional a través de tres líneas de 60 kV y dos sistemas de torres de transmisión paralelos. Satisfacen toda la demanda existente y la energía provista por esta red es la preferida debido a costos. La planta termoeléctrica se mantiene operativa para

proveer energía a las operaciones en épocas de suministro restringido o escaso en el sur del Perú por diversos factores.

Las tres líneas de transmisión traen energía a la subestación principal en la central termoeléctrica y desde ahí es distribuida a la red interna. Hay una gran concentración de riesgos en los tres paneles de la casa de energía porque los suministros de energía, internos y externos, vienen juntos a este lugar y los transformadores contienen aceite como medio aislante y refrigerante. Se localizan en el primer piso de la casa de energía y un incendio en uno de ellos conllevaría a la pérdida del panel afectado y también de la mayor parte del equipo dentro de la casa de energía.

4.4.3 Agua

El suministro de agua es un aspecto muy importante para Shougan Hierro Perú debido a la escasez local. El agua potable viene de cinco pozos de un campo a 30 km de San Juan. Una planta desalinizadora cerca de la planta de granulado provee de agua potable a San Nicolás. Tiene una capacidad de 48,000 lt/día y usa agua de mar en lo posible.

4.4.4 Almacenamiento de Agua

A continuación se presenta la distribución de los tanques de almacenamiento de agua y las capacidades de cada uno de ellos:

Mina	2 de 16,000 galones (agua potable)
	2 de 130,000 galones (agua salada)
San Nicolás	1 de 23,000 galones (agua potable)
	2 de 815,000 galones (agua salada)
San Juan	1 de 16,000 galones (agua potable)
	1 de 1'000,000 galones (agua potable)
	2 de 3'000,000 galones (agua potable)

4.5 TRANSPORTE AL EXTERIOR

La principal amenaza de un transporte hacia el exterior es que un buque colisione con el muelle de San Nicolás y cause un gran daño. Los buques se autopropulsan y usan sus propios dispositivos para maniobrar. Hay dos líneas de botes que se usan para traer y llevar líneas, boyas y otros accesorios hacia y desde el puerto para apoyar en las maniobras. Hay acceso sin restricciones desde el océano Pacífico hacia el puerto, lo que reduce la probabilidad de que colisione y obstaculice el acceso por largos períodos mientras es reflotado.

Se ha construido un rompeolas (Figura 8) para proveer protección a los barcos estacionados en el muelle contra las adversidades del mar.



Figura 8: Rompeolas

CAPITULO V

EXPOSICION A RIESGO NATURALES

Hay dos grandes peligros naturales a los que Shougan Hierro Perú está expuesto: sismos y tsunamis.

Shougan Hierro Perú se localiza en la zona 4 con una intensidad máxima probable (Escala modificada de Mercali) de IX en 50 años, tal como se define en el Mapa Mundial de Munich Re de Peligros Naturales (Apéndice B). Debido a las consideraciones tomadas en el diseño y construcción de las instalaciones, un terremoto de las proporciones esperadas causaría un gran nivel de daños. Se ha reportado que las instalaciones fueron diseñadas según estándares y códigos de los Estados Unidos para terremotos, pero éstos se han vuelto muy conservadores desde la construcción de Shougan Hierro Perú debido a las experiencias de fallas ocurridas durante las mayores actividades sísmicas desde entonces. Así, aunque las instalaciones se construyeron bajo códigos existentes, se debe asumir que aún así ocurriría un gran daño y pérdidas. Uno de los mitigantes son las fundaciones o basamentos.

La altura prevista de un tsunami varía entre 3 m y 23 m. Una ola de cerca de 6 m causaría la destrucción del muelle y del cargador de buques, pero la mayor parte de las instalaciones críticas para las operaciones se mantendrían incluso ante el peor tsunami.

La probabilidad de pérdidas por inundación es remota por la localización elevada de las instalaciones y la escasez de precipitaciones en la región.

CAPITULO VI

PERDIDA MAXIMA ESTIMADA (PME)

6.1 DEFINICIÓN DE PÉRDIDA MÁXIMA ESTIMADA

Una estimación de la pérdida financiera que pudiera ser sufrida por los aseguradores en un riesgo individual como resultado de un incendio o una explosión individual a considerar dentro del marco de lo probable. La estimación no tiene en cuenta coincidencias ni catástrofes remotas a las que se califica como posibilidades de tipo eventual y poco probable.

Como es obvio, esta definición contiene una serie de términos subjetivos que permiten tomar en consideración experiencias y factores locales que pueden variar de un país a otro e incluso de un lugar a otro.

Sin embargo, la definición determina lo que se quiere decir con un "riesgo individual" y enumera los parámetros que deberían, o no deberían, tenerse en cuenta al hacer la estimación de una pérdida financiera; es decir, la definición intenta especificar lo que habría de

contemplarse dentro del "marco de lo posible" y lo que se estimaría como "coincidencias y catástrofes remotas y poco probables".

6.2 SUPOSICIONES Y CRITERIOS DE VALORACIÓN

Las Pérdidas Máximas Estimadas (PME) se basan en una serie de suposiciones: en primer lugar, que los sistemas automáticos de alarma y de extinción (es decir, sistemas rociadores contra incendios, de dióxido de carbono y de extintores de espuma) o no están en servicio o no hay. En segundo lugar, también se da por sentado que se retrasa la ayuda especializada de los cuerpos de bomberos públicos o privados y que permanecen abiertas las puertas cortafuego entre por lo menos dos áreas de fuego adyacentes. Las puertas cortafuego que se mantienen abiertas magnéticamente no se cierran. En tercer lugar, se da por sabido que los muros cortafuegos se mantienen completos y cerrados a no ser que los efectos excepcionalmente gravosos de un incendio o el riesgo evidente de explosión justifiquen partir de otro supuesto. Las paredes de separación, incluyendo las puertas cortafuego, están construidas de tal forma que pueden resistir el fuego durante por lo menos dos horas.

También se da por supuesto que los riesgos están expuestos a circunstancias normales. Las circunstancias anormales que no se tienen en cuenta son:

- Impacto de aeronaves u objetos que caen del espacio

- Explosión en una caldera debido al vapor
- Incendio provocado y sabotaje.

Un método estándar para calcular PME debería considerar los siguientes factores de riesgos específicos:

- Las dimensiones y formas del área que potencialmente está expuesta a un incendio o una explosión individual
- La construcción del tejado, de las paredes y los suelos
- La presencia de revestimiento combustible en las paredes, el tejado, los techos y tabiques
- La naturaleza, distribución y combustibilidad de los contenidos (carga térmica)
- El uso de procesos y sustancias peligrosos y el grado en el que están separados
- La susceptibilidad de los contenidos a daños por humo, calor y agua
- El riesgo de explosión (allí donde se almacena / utiliza gas licuado de petróleo, mercancías y polvo inflamables)
- Cualquier riesgo debido a gases o materiales corrosivos
- Cualquier concentración de valores dentro de un área pequeña
- Los niveles de gestión y administración del edificio
- La distancia entre los edificios, tomando en consideración los diseños y materiales utilizados

- La distancia a cualquier tipo de almacén con madera como material constructivo, mercancías, depósitos o tanques para gas de petróleo líquido
- Cualquier característica geográfica o meteorológica especial como, por ejemplo, las condiciones del viento.

Factores que no deberían ser considerados al determinar una PME:

- Cualquier separación horizontal dentro del edificio
- Puertas cortafuego
- La ausencia de causas normales de ignición
- La presencia o planificación de una instalación de detección de incendios, incluyendo sistemas de prevención, con rociadores, o extinción, y servicios eficaces del cuerpo de bomberos.

La existencia de esas instalaciones protectoras puede que permita una mayor retención neta que la calculada para un tipo de riesgo parecido que carece de esta protección; ahora bien, debería saberse perfectamente que tales sistemas de protección pueden quedarse fuera de servicio y, por esta razón, no deberían tomarse en consideración al proceder a calcular una PME.

En algunos ámbitos, sin embargo, es frecuente hacer concesiones por la presencia de una protección general de sistemas rociadores contra incendios, separaciones horizontales y puertas cortafuego al proceder

al cálculo de las PME. En estos casos, hay que determinar claramente el importe en el que ha sido rectificado la PME, así como subrayar el hecho de que ya se han tomado en consideración esas instalaciones protectoras.

Independientemente de cómo se definan las PME, el cálculo práctico de la pérdida Máxima en el seguro de bienes, la pérdida Máxima en el seguro de lucro cesante y la pérdida Máxima combinada puede dividirse en los tres pasos siguientes:

1. Identificar las posibles áreas de riesgo entre los riesgos individuales en la planta. Al definir áreas de incendio, considérense también posibles obstáculos en la producción y en la maquinaria especial. Los daños en concepto de lucro cesante muchas veces son superiores a los daños materiales.
2. Identificar el escenario del daño que lleva consigo la pérdida máxima monetaria en las áreas seleccionadas (daños materiales, y Pérdidas de beneficios a consecuencia de Incendio), tomando en consideración la continuidad de combustibles, riesgos, construcción del edificio, protección no disminuida e interrupción de las operaciones. Estimar la extensión de la propagación del incendio y el daño que causaría un incendio más grave, con el área y los factores del incendio ya dados.

3. Calcular los daños materiales, y Pérdidas de Beneficios a consecuencia de Incendio, de las áreas seleccionadas en base a los escenarios identificados.

Todos los cálculos deberían prepararse según la definición elegida de PME, teniendo debidamente en cuenta la lista de factores aplicables y, por supuesto, las actuales sumas aseguradas y la cobertura proporcionada.

6.3 PÉRDIDA DE BENEFICIOS A CONSECUENCIA DE INCENDIO

La Pérdida de Beneficios a consecuencia de Incendio, hoy en día es muchas veces el factor más importante a la hora de estimar el potencial de pérdida. Sin embargo, desde que el daño máximo por Pérdida de Beneficios es originado normalmente por una pérdida o daño físico, también pueda ser aplicada para los PME combinados para daños materiales y Pérdida de Beneficios a consecuencia de Incendio. Las estimaciones de las pérdidas combinadas deberían ser preparadas en todos los casos en los que se han suscrito ambos: seguro de daños materiales y seguro de pérdida de beneficios.

Adicionalmente a los principios aplicados para las PME a consecuencia de Incendio, los suscriptores que calculan las PME de Pérdida de Beneficios a consecuencia de Incendio o las PME

combinados también tienen que tener en consideración los siguientes aspectos generales:

- Obstáculos en las máquinas críticas.
- Período de reconstrucción o reinstalación
- Grado de dependencia de ordenadores, p.ej. procesos por ordenador
- Planes de emergencia, que tienen que estar documentados en su totalidad, que han de ser actualizados continuamente y que, allí donde sea posible, han de ser validados mediante simulacros
- Situación en el mercado, recuperación de la cuota en el mercado
- Dependencia respecto a suministradores y/o compañías de servicio público, es decir dependencia de los servicios públicos
- Interdependencias entre el emplazamiento o establecimientos de un asegurado que posee varias compañías en servicio en muchos lugares
- Entrega al momento, de materias primas, de componentes, de recambios de productos o de productos ya terminados
- Riesgos externos por causa de situaciones colindantes en propiedad de otros asegurados.

Adicionalmente a estos aspectos generales, también es necesario considerar una serie de cuestiones específicas que pueden variar según el tipo de compañía involucrada; por ejemplo, si se trata de una compañía que opera en régimen de temporada, si hay disponibles

instalaciones de alquiler y si se hace uso relevante del sistema de automatización y/o de robots, almacenamiento central o sistemas centralizados de cómputo.

Como no es raro que un asegurado tenga varias compañías en marcha situadas en distintos lugares, los daños por Pérdida de Beneficios no siempre son específicos de un lugar. En los casos en los que un evento individual puede afectar a más de un asegurado, también se tomará en consideración, a la hora de la suscripción, la complejidad que se produce con la acumulación de riesgos.

Otros factores a tener en cuenta son la presencia de parámetros especiales de riesgo, p.ej., elementos utilizados en la construcción, que pueden anotarse en la hoja de proposición del seguro de daños materiales, lo que significa que el acceso al lugar está restringido después de producirse daños, por lo que hay una interrupción más prolongada del negocio. Los efectos derivados de los retrasos en la recepción del permiso de planificación son importantes: por ejemplo, las autoridades pueden cerrar la planta, imponer restricciones o exigir un nuevo diseño para modernizar y actualizar la técnica de la planta.

Habría de tomarse en consideración que puede resultar imposible guardar copias de registros de especificaciones y/o dibujos de equipamientos y sistemas de ordenadores.

También hay que prestar atención a la mano de obra disponible y a las condiciones del mercado de construcción/fabricación. Los factores que retrasan la recuperación pueden incluir requerimientos de un valor patrimonial único, un único lugar, dependencias críticas fuera del lugar o empleados claves dentro de la empresa. Si se supone un periodo de responsabilidad uniforme de 12 meses de duración para cada ámbito de incendio asegurado, la PME se puede calcular sobre la base de la pérdida máxima estimada de la capacidad durante este periodo y los valores correspondientemente implicados. Si se han acordado periodos de indemnización más breves para salarios, sueldos y comisiones, la PME puede reducirse. Hay que advertir que las posibilidades de reducir el daño no son tan elevadas en los casos en los que los periodos de indemnización son más breves.

En algunos casos, se han introducido límites de indemnización en las pólizas originales, como p.ej., para grandes riesgos de pérdida de beneficios a consecuencia de incendios en el mercado alemán. La indemnización máxima a pagar en el caso de pérdida se determina según la pérdida límite que corresponde a la PME.

6.4 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE PME

Para determinar los valores de PME en Shougan Hierro Perú, se consideró los escenarios de pérdida bajo cinco clases que generarían eventos de pérdida de máxima severidad para cada uno. Estas son:

- Riesgos naturales.
- Explotación a tajo abierto.
- Procesado de mineral.
- Instalaciones auxiliares.
- Dependencias externas.

Al considerar los valores PME, ésta se define como la pérdida que ocurriría si todos los sistemas y prácticas de reducción de riesgos que se han adoptado fallasen en caso de un evento de pérdidas. Las excepciones a esto son las medidas de reducción de riesgos estáticos como la separación de edificios y la instalación de máquinas en completo stand-by. Los valores usados para determinar algunos de los valores PME se muestran a continuación:

Instalaciones y equipo de planta térmica Shougesa, incluyendo líneas de transmisión	USD 60'000,000
Instalaciones y equipos de la planta de granulado	USD 55'000,000
Sistema de almacenamiento de combustibles	USD 15'000,000
Muelle y sus instalaciones	USD 27'000,000
Equipos de las casas de control de la faja transportadora	USD 4'970,000
Oficinas Administrativas Marcona	USD 30,000

Daño a propiedad: USD 162 millones.

Interrupción de operaciones: USD 46 millones.

TOTAL USD 208 millones.

El valor por interrupción de operaciones es por un período de 12 meses, siendo así la tasa mensual de USD 3,8 millones si el evento es de una pérdida total de la producción. Los valores estimados de PME y las cinco clases se describen a continuación.

6.4.1 Riesgos Naturales

La PME por riesgos naturales en Shougan Hierro Perú es por un terremoto de severidad IX en la escala modificada de Mercali. La pérdida asociada a daños de la propiedad por tal evento es de USD 131 millones. Con este nivel de daño habría una total pérdida de producción por interrupción de operaciones por el total del período de indemnización estimado en USD 46 millones.

Los estimados combinados por propiedad e interrupción de operaciones para la PME por riesgos naturales son de USD 159 millones.

6.4.2 Operaciones a tajo abierto

La PME en las operaciones a tajo abierto es un gran incendio en la faja transportadora en tierra firme que destruya la mayor parte de ella. El estimado de pérdida por propiedad es de USD 15 millones para reemplazar la porción dañada. El período requerido para obtener e instalar la faja y la maquinaria asociada es de 6 meses, durante los

cuales se perdería el 100% de la producción. El estimado por interrupción de operaciones es de USD 23 millones.

Los estimados combinados por propiedad e interrupción de operaciones para la PME por operaciones a tajo abierto son de USD 38 millones.

6.4.3 Operaciones de Procesamiento de Minerales

La PME en las operaciones de procesamiento de minerales es un gran incendio en los cuartos de control que provee energía a la planta de granulado N° 2 que resultaría en el cese de la producción de gránulos hasta que se reemplace lo afectado. El cuarto mismo también sería afectado debido a la cantidad de combustible en él en la forma de aceite de los transformadores. La pérdida por propiedad es de USD 3 millones. La rehabilitación de la casa de energía tomaría 6 meses y la pérdida de producción sería de 50%, por lo que la pérdida por interrupción de operaciones es de USD 12 millones. Los estimados combinados por propiedad e interrupción de operaciones para la PME por operaciones de procesamiento de minerales son de USD 15 millones.

6.4.4 Instalaciones Auxiliares

El peor escenario sería la destrucción del almacén principal por incendio. Debe notarse que se instalarán rociadores en este edificio y

se asume entonces que ello no ocurrirá. La pérdida por propiedad es de USD 5 millones y no se espera pérdida por interrupción de operaciones.

Los estimados combinados por propiedad e interrupción de operaciones para la PME por las instalaciones auxiliares son de USD 5 millones.

6.5 DEPENDENCIAS EXTERNAS

El peor escenario es la colisión de un buque contra el muelle, destruyéndolo y al cargador de buques. La pérdida por propiedad se estima en USD 15 millones y el lapso de reparación sería de 6 meses, durante los cuales no habría embarque en San Nicolás. La pérdida por interrupción de operaciones es de USD 23 millones.

Los estimados combinados por propiedad e interrupción de operaciones para la PME por las dependencias externas son de USD 38 millones.

CONCLUSIONES

En las operaciones de la mina, la probabilidad de daños a la propiedad y paralización de operaciones es mínima, los vehículos tienen un mantenimiento adecuado, los operarios están entrenados y son capacitados periódicamente.

En las operaciones de procesamiento de mineral, la probabilidad de pérdidas por paralización en las operaciones es mínima debido a la existencia de máquinas en stand by en las diferentes etapas de la línea de producción.

El riesgo predominante en las operaciones de procesamiento de mineral son las sub estaciones eléctricas, debido a la falta de sistemas de control electrónicos.

Hay dos grandes peligros naturales a los que Shougan Hierro Perú está expuesto: sismos y tsunamis. Un terremoto de las proporciones probables causaría un gran nivel de daños en todas las instalaciones. Un tsunami sólo causaría pérdidas en las instalaciones portuarias, la mayor

parte de las instalaciones críticas para las operaciones se mantendrían intactas.

- La Pérdida Máxima Estimada (PME) en las operaciones de minería, procesamiento de mineral, carga y embarque es de USD 38 millones, la mayor parte de los cuales es la pérdida por interrupción de operaciones que involucra la pérdida debida al embarque de los productos o transportar el mineral por 6 meses.
- Debido a la localización de Shougan Hierro Perú, la PME por riesgos naturales es de USD 159 millones. Este es el nivel de pérdida esperado de ocurrir un terremoto de severidad IX en la escala modificada de Mercali.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones se enfocan en las medidas de prevención de incendios y en la protección contra incendios que se considera apropiadas para una operación de esta envergadura y complejidad.

1. Implementar un sistema de permisos de trabajos en caliente (corte / soldadura)

Los trabajos en caliente son la segunda mayor causa de incendios en plantas industriales y por ello se recomienda un sistema de permisos para trabajos de esta naturaleza en todas las secciones de las operaciones de Shougan Hierro Perú. Durante la evaluación se observaron numerosas actividades de este tipo realizadas de manera inadecuada u obviando pasos de prevención para que un conato no se convierta en un incendio. En el apéndice A se muestra un modelo típico de un Permiso de Trabajo en Caliente.

2. Implementar una guía de seguridad para trabajos con explosivos.

La presente guía brinda un apoyo para minimizar los riesgos que significa la realización de trabajos de con explosivos en labores de construcción, así como fungir de herramienta para la autoinspección de

seguridad en la empresa. En el apéndice C se muestra una guía de seguridad para este tipo de trabajos.

3. Implementar pruebas de termografía infrarroja para los equipos eléctricos.

El uso de las pruebas de termografía infrarroja para detectar puntos calientes es una poderosa técnica de prevención de incendios y es el estándar en la industria minera. Debe hacerse tres veces al año por lo menos, aunque la mayor parte de las compañías lo hace anualmente. Mientras más frecuentes sean los cambios en las instalaciones eléctricas, más importante es el uso anual de esta tecnología. En otros lugares se prefiere a especialistas consultores externos pues es más económico que adquirir el equipo. Hacer que los electricistas dispongan de instrumentos infrarrojos de detección de puntos calientes también es útil y económico, pero ello no reemplaza a la fotografía infrarroja, con la que es mucho más improbable pasar por alto un punto caliente.

4. Retirar todos los objetos portátiles del cuarto de control de la planta de filtración.

Había una acumulación innecesaria de material y personal en dicho ambiente. Esto presenta un nivel más elevado de riesgo de incendio y debe ser evitado.

5. Planear un programa de renovación de la mayor parte de los equipos eléctricos.

Shougan Hierro Perú es una operación que ha existido en su forma actual por 30 ó 40 años y es probable que continúe de la misma manera por el mismo período, a no ser que se considere una modernización a gran escala. Gran parte del equipo eléctrico se está volviendo obsoleto y no puede considerarse apropiado para continuar más tiempo en operación. Un programa ordenado de modernización debe considerarse y planearse, de manera que los riesgos de incendio se mantengan en niveles aceptables. Antes de iniciar este programa es esencial que se especifiquen los estándares que se adoptarán para los nuevos equipos y que sean de tal calidad que su tiempo de vida sea igual o más prolongado que el de los actuales.

6. Implementar rociadores o sistemas de polvo químico seco en las principales instalaciones de combustibles y aceites, así como en las trituradoras primaria y secundaria.

Los sistemas de lubricación e hidráulicos representan grandes cargas combustibles en estas instalaciones, y un incendio en ellas significaría hasta un 60% de pérdidas de la producción por el tiempo que requiera reparar el equipo así como el daño a otras partes de la instalación. Se recomienda que un sistema automático de polvo químico seco esté sobre las instalaciones. Para mejorar esta medida, se recomienda la construcción de un muro de contención en caso de un derrame. Como

una guía, cualquier instalación con más de 200 litros de combustible debe contar con esta protección.

7. Brindar protección básica contra incendios a las instalaciones de San Nicolás.

La situación actual de no poder controlar ningún incendio que escape a los extintores es intolerable para una operación de estas magnitudes.

Se requiere:

- Suministro de agua dedicado exclusivamente al combate de incendios.
- Una red de hidrantes que ponga uno a 40 m de cualquier material inflamable.
- Tubería y presurizado que permitan que hayan dos hidrantes bombeando agua a 100 litros/min.
- Un vehículo contra incendios con las mangueras, herramientas y accesorios necesarios para un adecuado combate de incendios.

8. Instalar rociadores en los cuartos de control.

Hay grandes cargas de combustible en casi todos los cuartos de control en la forma de transformadores con aceite al interior. Si éstos han de continuar en servicio, entonces es necesario disponer rociadores para minimizar los daños y pérdidas de un posible incendio. Sin ellos, cualquier conato llevará a la completa destrucción de la habitación y

sus contenidos, debido a la ferocidad del fuego y los altos niveles de humo de ocurrir el incendio.

9. Adquirir y equipar un vehículo contra incendios.

Es importante tener un equipo de respuesta a emergencias con un alto nivel de capacidades para el combate contra incendios así como para otras tareas. Una clave es tener un vehículo apropiado contra incendios muy bien equipado. Son caros si se adquieren nuevos, pero hay vehículos de segunda mano en excelentes condiciones y a precios competitivos. Naturalmente, es esencial tener un grupo humano muy bien entrenado para estas actividades.

10. Hacer una revisión de los repuestos de las máquinas críticas.

Debido al nivel de sub utilización de la mayor parte de las máquinas en San Nicolás y en las plantas de trituración, hay pocas máquinas que son críticas que tendría un gran impacto en la producción.

Se sospecha que esto se restringe a la faja transportadora en tierra firme, las líneas de la planta de granulado y en el cargador de buques, aunque hay más. Para estos sistemas críticos se recomienda un análisis de riesgos para determinar los niveles apropiados de repuestos que deberían tenerse a disposición inmediata.

11. Mover el cargador de buques cerca de la orilla cuando un buque está amarrado.

Si un buque colisiona con el muelle ocurriría un gran daño al muelle. Si el cargador de buques es afectado, el período de interrupción sería mucho mayor que si fuese regresado a la orilla siempre que sea posible.

BIBLIOGRAFIA

- PÉRDIDA MÁXIMA ESTIMADA O PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE – Editor: ERC Franckona, Autores: Kurt Bjørlig, Dr. Erika Penzenstadler; 1997.
- HAZOP – HAZAN – Autor: Trevor Klett, 2004.
- PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS Editorial Mapfre, Decimoséptima edición.
- MINING AND ORE PROCESSING FACILITIES - FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. Compañía de Seguros Factory Mutual, 2004.

APENDICE A:

PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE.

El siguiente formato puede ser usado como parte de un sistema de permisos de trabajo en caliente que han sido considerados para las operaciones de Shougan Hierro Perú.

Como parte del planeamiento de trabajo previo al comienzo de un trabajo en caliente, el supervisor directamente a cargo del trabajo en caliente debe completar el formato.

Los objetivos del formato son para asegurar que el supervisor:

- Ha considerado el incendio potencial que puede originarse.
- Ha tomado las medidas necesarias para minimizar la probabilidad de ocurra un incendio.
- Ha identificado el equipo de primera respuesta, tales como extintores o mangueras de incendio para minimizar prontamente el daño de ocurrir el incendio.
- Ha asignado a una persona entrenada en el combate contra incendios en las cercanías del lugar hasta una hora después de la finalización del trabajo.

- Ha dispuesto una revisión final del área de trabajo cuatro horas después del término del trabajo.
- Ha consultado con el supervisor de operaciones responsable del área.

Los objetivos del formato son:

- Informar al operario de las precauciones que deben ser tomadas como parte de la protección contra incendios.
- Tener un registro de los tiempos en los que el trabajo es terminado y las inspecciones son realizadas por el personal de primera respuesta.

PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE

Este Permiso de Trabajo en Caliente es necesario para cualquier operación que involucre altas temperaturas, flamas o chispas. Esto incluye pero no se limita a: amolado, corte y soldadura,

FORMATO 1 – Para ser llenado por el supervisor antes del inicio del trabajo.

INSTRUCCIONES

- Complete el Formato 1 antes del inicio del trabajo.
- Verifique las precauciones listadas o NO PROCEDA con el trabajo.
- Proporcione el Formato 2 a la persona que realizará el trabajo.

Fecha: _____

Lugar: _____

Descripción del trabajo:

Trabajo realizado por:

- Empleado
 Contratista _____
Compañía Contratista

Nombre de la persona que realiza el trabajo:

Verifico que el lugar mencionado arriba ha sido examinado y que se han tomado las precauciones necesarias de acuerdo a la lista de verificación.

Se autoriza el permiso para la realización del trabajo.

Supervisor de Operaciones Fecha

Supervisor de Mantenimiento Fecha

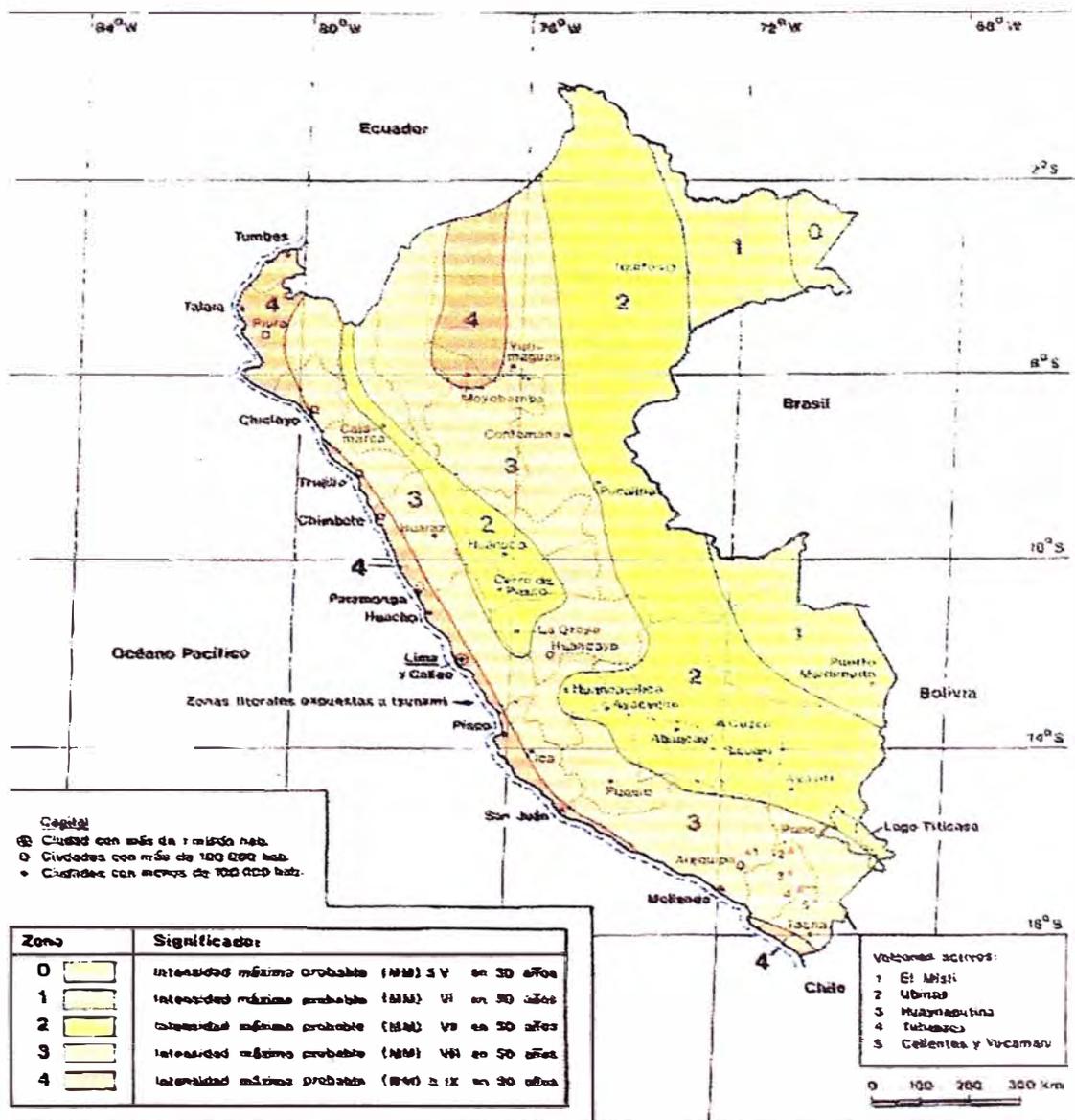
LISTA DE VERIFICACIÓN DE PRECAUCIONES

- Hidrantes, mangueras contra incendio disponibles. Ubicados en la cercanía.
- Extintores operativos en el lugar.
- Equipo de trabajo en buenas condiciones.
- Ausencia de líquidos combustibles e inflamables.
- Verificación de atmósfera no explosiva.
- Ausencia de material de desecho combustible.
- Materiales combustible retirado o cubierto con aislante anti llamas.
- Cableado retirado o cubierto con aislante anti llamas.
- La construcción adyacente es no combustible.
- El combustible en el otro lado de las paredes está retirado.
- Equipo adjunto libre de combustibles.
- Contenedores purgados de líquidos y/o vapores combustibles.
- Tanques presurizados protegidos, equipo aislado y ventilado.
- Inspector de incendios (II) presente hasta una hora después de la finalización del trabajo.
- II tiene extintores y mangueras.
- II debidamente entrenado.
- II se necesita arriba/abajo (si/no)
- Supervisor de incendios citado para inspección 4 horas luego de terminado el trabajo
- Otras precauciones tomadas:

APENDICE B:

MAPA MUNDIAL DE MUNICH RE DE PELIGROS NATURALES

Zonas Expuestas a Terremoto, República del Perú



APENDICE C:

GUÍA DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CON EXPLOSIVOS



Instituto de Capacitación de
la Industria de la Construcción, A.C.



GUÍA DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS CON EXPLOSIVOS.

GUÍA NÚM. 14

La presente guía pretende brindar un apoyo para minimizar los riesgos que significa la realización de trabajos de con explosivos en labores de construcción, así como fungir de herramienta para la autoinspección de seguridad en la empresa.

GENERALIDADES		
CONCEPTOS	SI	NO
EL PROPIETARIO CUENTA CON LOS PERMISOS OFICIALES PARA EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, MANEJO Y USO DE EXPLOSIVOS.		
EL PROPIETARIO CUENTA CON PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO VIGENTES PARA EL TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, MANEJO Y UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.		
LA EMPRESA CUENTA CON UN REGLAMENTO VIGENTE DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.		
LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD.		
LOS OPERARIOS FUERON ADOCTRINADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD APLICABLES.		
LA EMPRESA CUENTA CON LETREROS, BARRERAS Y SEÑALAMIENTOS DE AVISO, PRECAUCIÓN, RESTRICCIÓN Y PROHIBICIÓN, PARA LAS ACTIVIDADES DE TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, MANEJO Y UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.		

TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
LOS OPERARIOS TIENEN SU EQUIPO COMPLETO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y LO UTILIZAN DURANTE EL TRABAJO.		
LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD.		
LOS OPERARIOS FUERON INSTRUIDOS PREVIAMENTE AL TRABAJO, SOBRE LOS RIESGOS POTENCIALES DE EXPLOSIÓN, INCLUYENDO LOS RIESGOS DE TORMENTA.		
LOS OPERARIOS FUERON ADOCTRINADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS, ANTES DE INICIAR SUS ACTIVIDADES.		
LA EMPRESA CUENTA CON SEÑALAMIENTOS DE AVISO, PRECAUCIÓN, RESTRICCIÓN Y PROHIBICIÓN, PARA LAS ACTIVIDADES DE TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS.		
AL TRANSPORTAR EXPLOSIVOS Y DETONADORES A LAS ÁREAS DE TRABAJO, SE UTILIZAN LOS EMPAQUES Y CONTENEDORES ORIGINALES.		

LAS OPERACIONES SE SUSPENDEN EN CASO DE PROXIMIDAD DE TORMENTA.		
---	--	--

ALMACENAMIENTO		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
LOS OPERARIOS UTILIZAN HERRAMIENTAS ANTI CHISPA.		
LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD.		
LAS TAREAS SOLO SE EJECUTAN DURANTE EL DÍA.		
LOS OPERARIOS FUERON INSTRUIDOS PREVIAMENTE AL TRABAJO, SOBRE LOS RIESGOS POTENCIALES DE EXPLOSIÓN.		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
LOS OPERARIOS FUERON ADOCTRINADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS, ANTES DE INICIAR SUS ACTIVIDADES.		
LA EMPRESA CUENTA CON SEÑALAMIENTOS DE AVISO, PRECAUCIÓN, RESTRICCIÓN Y PROHIBICIÓN, PARA LAS ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS.		
LOS EXPLOSIVOS ESTÁN ALMACENADOS LEJOS DE FUENTES DE IGNICIÓN O CALOR Y AISLADOS DE CUALQUIER POBLACIÓN.		
EL ALMACÉN ESTÁ CONSTRUIDO DE MAMPOSTERÍA O MATERIALES QUE EVITEN LA POSIBILIDAD DE GENERACIÓN DE DESCARGAS ELÉCTRICAS ESTÁTICAS, CUENTA CON UN SISTEMA DE PARA RAYOS Y NO TIENE VENTANAS.		
EL ALMACÉN NO CONTIENE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE NINGÚN TIPO.		
EL ALMACÉN ESTÁ CERCADO Y SU ACCESO ESTÁ PROHIBIDO A PERSONAL AJENO AL MISMO.		
EL ALMACÉN TIENE SEÑALAMIENTOS ALUSIVOS AL CONTENIDO, RIESGOS, PRECAUCIONES Y PROHIBICIONES.		
EL ALMACÉN ESTÁ LIMPIO EN TODAS SUS ÁREAS Y NO EXISTE PASTO NI MALEZA EN LAS CERCANÍAS DE ÉL		
EL ALMACÉN CUENTA CON EXTINTORES PARA EL COMBATE DE INCENDIOS INCIPIENTES, Y ELLOS SE ENCUENTRAN INSTALADOS FUERA DEL ALMACÉN, AL ALCANCE DE LA MANO.		
TODOS LOS EXPLOSIVOS ESTÁN EMPACADOS Y LOS EMPAQUES INDICAN CLARAMENTE EL CONTENIDO Y SUS RIESGOS.		
SE LLEVA UN REGISTRO DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS EXPLOSIVOS, EL CUAL COINCIDE CON LA EXISTENCIA FÍSICA DE LOS MISMOS.		
EL REGISTRO DE ALMACÉN DE EXPLOSIVOS INCLUYE EL NOMBRE Y FORMA DE LOS RESPONSABLES DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS Y LAS FECHAS DE CADA OPERACIÓ.		
LOS EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS EN MAL ESTADO SE DESTRUYEN Y CONTABILIZAN EN EL REGISTRO DE ALMACÉN.		

MANEJO DE EXPLOSIVOS		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
LOS OPERARIOS FUERON ADOCTRINADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MANEJO DE EXPLOSIVOS, ANTES DE INICIAR SUS ACTIVIDADES.		
LA EMPRESA CUENTA CON SEÑALAMIENTOS DE AVISO, PRECAUCIÓN, RESTRICCIÓN Y PROHIBICIÓN, PARA LAS ACTIVIDADES DE MANEJO DE EXPLOSIVOS.		
SOLO SE UTILIZAN HERRAMIENTAS ANTI CHISPA.		
LAS OPERACIONES SE SUSPENDEN EN CASO DE PROXIMIDAD DE TORMENTA.		

UTILIZACION DE EXPLOSIVOS		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
GENERALIDADES	SI	NO
LOS OPERARIOS TIENEN SU EQUIPO COMPLETO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y LO UTILIZAN DURANTE EL TRABAJO.		
LOS OPERARIOS UTILIZAN HERRAMIENTAS ANTI CHISPA.		
LAS TAREAS SE EJECUTAN BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD.		
LOS OPERARIOS FUERON INSTRUIDOS PREVIAMENTE AL TRABAJO, SOBRE LOS RIESGOS POTENCIALES DE LA ACTIVIDAD.		
LOS OPERARIOS FUERON ADOCTRINADOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS, ANTES DE INICIAR SUS ACTIVIDADES.		
LAS OPERACIONES SE SUSPENDEN EN CASO DE PROXIMIDAD DE TORMENTA.		

SEÑALIZACION Y AVISOS		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
LA EMPRESA CUENTA CON SEÑALAMIENTOS DE AVISO, PRECAUCIÓN, RESTRICCIÓN Y PROHIBICIÓN, PARA LAS ACTIVIDADES DE UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.		
EXISTEN LETREROS DE PROHIBICIÓN DE USO DE RADIO TRANSMISORES DE DOS VÍAS CON LAS LEYENDAS "ZONA DE USO DE EXPLOSIVOS", "APAGUE SU RADIO TRANSMISOR", COLOCADOS COMO MÍNIMO, A 300 METROS DE DISTANCIA DE LA ZONA DE VOLADURAS.		
ANTES DE EFECTUAR UNA VOLADURA SE CIRCUNDA UNA ZONA DE SEGURIDAD CON SEÑALAMIENTOS AUDIBLES O VISIBLES, O AMBOS, Y SE PROHIBE EL ACCESO A TODO TIPO DE PERSONAL, HASTA QUE HAYA PASADO EL PELIGRO.		
ANTES DE DAR LAS SEÑALES AUDIBLES DE VOLADURA, SE ASEGURAN LOS EXPLOSIVOS DE RESERVA, EL PERSONAL, LOS VEHÍCULOS Y EL EQUIPO, A UNA DISTANCIA ADECUADA O BAJO TECHO.		
ANTES DE DAR SEÑALES AUDIBLES DE VOLADURA, LOS BANDEREROS IMPIDEN EL PASO DE PERSONAL Y VEHÍCULOS HACIA LAS ÁREAS DE VOLADURA.		
EN VOLADURAS SUBTERRÁNEAS, SE AVISA A TODO EL PERSONAL QUE TRABAJA EN EL ÁREA Y SE COLOCAN GUARDIAS EN LAS ENTRADAS PARA EVITAR EL PASO INADVERTIDO DE PERSONAL.		
EL SISTEMA DE SEÑALES AUDIBLES INCLUYE UNA SEÑAL DE AVISO 5 MINUTOS ANTES DE LA VOLADURA, UNO DE EXPLOSIÓN, UN MINUTO ANTES DE LA VOLADURA Y UNO DE FUERA DE PELIGRO, DESPUÉS DE LA INSPECCIÓN DEL ÁREA DE VOLADURA.		

VOLADURAS		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
ANTES DE TRONAR, SE PROTEGEN LAS ESTRUCTURAS CERCANAS A LA ZONA DE VOLADURA (VÍAS DE FERROCARRIL, CARRETERAS, ETC.), MEDIANTE EL USO DE MALLAS, PARA EVITAR LA PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS DE ROCA.		

MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
LOS AGUJEROS PARA LA CARGA CON EXPLOSIVOS SON SUFICIENTEMENTE GRANDES PARA INSERTAR FÁCILMENTE LOS CARTUCHOS.		
LAS VOLADURAS SE EFECTÚAN CON INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS DE PATENTE, ESPECIALMENTE DISEÑADOS PARA ELLO. NO SE UTILIZA PÓLVORA NEGRA.		
LOS EXPLOSIVOS, Y SUS MATERIALES ACCESORIOS SE UTILIZAN DE ACUERDO CON INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.		
LA PREPARACIÓN, COLOCACIÓN, CONEXIÓN, Y TIEMPO DE VOLADURA SE EFECTÚA DE ACUERDO CON LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.		
NO SE PERMITE QUE EL PERSONAL ACARREE EN SUS ROPAS DETONADORES O CARTUCHOS.		
LAS MÁQUINAS PARA LAS VOLADURAS SE REVISAN PERIÓDICAMENTE DE ACUERDO A UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.		
LOS CIRCUITOS SE PRUEBAN CON GALVANÓMETROS ESPECÍFICAMENTE DISEÑADOS PARA USO EN EXPLOSIVOS.		
LA PERSONA QUE HACE LAS CONEXIONES ES LA MISMA QUE EJECUTA LA VOLADURA.		
NO SE CARGAN EXPLOSIVOS EN PRESENCIA DE GASES O POLVOS EXPLOSIVOS.		
DESPUÉS DE UNA VOLADURA, SE DESCONECTAN DE INMEDIATO LAS LÍNEAS DE ENCENDIDO DE LA MÁQUINA.		
DESPUÉS DE UNA VOLADURA, NO SE DEBE REINICIAR LA PERFORACIÓN, HASTA DETERMINAR SI QUEDARON CARGAS SIN TRONAR Y PROCEDER A RETIRARLAS.		

MEDIDAS PREVENTIVAS		
CONCEPTOS	SI	NO
EN TÚNELES, EL PERSONAL NO ENTRA A LA ZONA DE TRABAJO HASTA DESPUÉS DE 15 MINUTOS DE DESFOGUE DE HUMO DE LA VOLADURA.		
SI SE ENCUENTRAN CARGAS SIN DETONAR, QUE NO SE PUEDAN RETIRAR, NO SE PERFORA A MENOS DE 20, METROS DE DISTANCIA DE CARGAS NO DETONADAS.		
DESPUÉS DE UNA VOLADURA, SE DEVUELVEN AL ALMACÉN DE EXPLOSIVOS LAS CARGAS NO UTILIZADAS.		
LOS EXPLOSIVOS DAÑADOS O DETERIORADOS NO SE UTILIZAN Y SE DEVUELVEN AL ALMACÉN PARA SU DESTRUCCIÓN POSTERIOR.		
LOS EMPAQUES DE PAPEL, CARTÓN ETC., DE EXPLOSIVOS, SE QUEMAN PARA EVITAR SU UTILIZACIÓN EN OTRAS ACTIVIDADES.		

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL		
SE CUENTA CON:	SI	NO
CASCO		
FAJA DE SOPORTE DE LA ESPALDA.		
GUANTES		
ANTEOJOS		
TAPONES DE PROTECCIÓN AUDITIVA		
MASCARILLA DE PROTECCIÓN CONTRA POLVOS		
CALZADO DE SEGURIDAD		
BOTAS DE HULE O PLÁSTICO		
CAMISA DE MANGA LARGA Y PANTALÓN.		
ARNÉS TIPO PARACAIDISTA		

NOTA: Es recomendable que el equipo de protección personal cuente con las características de la Normatividad ANSI.

FUENTES:

ICA Fluor Daniel
 Bufete Industrial
 GUTSA Construcciones, S. A. De C.V.
 CCC Fabricaciones y Construcciones, S. A. De C.V.