

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS
MINERÍA DE CAMPO**

**DIAGNOSTICO CON FINES DE ELABORACION DE PROPUESTA DE
OPTIMIZACIÓN MINERO AMBIENTAL DE LOS CIRCUITOS DE CARGA Y
ACARREO DE ARENA INDUSTRIAL,
MINERA LOMA DE NÍQUEL (MLDN) TIARA, EDO ARAGUA**

**ELABORADO POR: Br. YONBERT MELO
TUTORA ACADEMICA: Prof. ALBA CASTILLO**

Caracas, Febrero de 2011

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS
MINERÍA DE CAMPO**

**DIAGNOSTICO CON FINES DE ELABORACION DE PROPUESTA DE
OPTIMIZACIÓN MINERO AMBIENTAL DE LOS CIRCUITOS DE CARGA Y
ACARREO DE ARENA INDUSTRIAL,
MINERA LOMA DE NÍQUEL (MLDN) TIARA, EDO ARAGUA**

**ELABORADO POR: Br. YONBERT MELO
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. LUIS BOLÍVAR**

Caracas, Febrero de 2011

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN MINERO AMBIENTAL DEL CIRCUITO DE CARGA Y ACARREO DE ARENA INDUSTRIAL EN MLDN

El trabajo describe la experiencia de investigación en campo en la operadora minera Loma de Níquel, dedicada a la producción y mercadeo de ferroníquel. El objetivo general fue evaluar los factores que influyeron de manera negativa en el ciclo de carga y acarreo de la arena proveniente del proceso de reducción a los fines de comprobar el motivo del descenso de la productividad en el traslado hasta sus destinos temporales. La población de muestra fueron 13 equipos, 5 camiones articulados Terex, 4 Gandolas Mack, 4 cargadores frontales, a los cuales se les realizó un seguimiento durante su operación y recorrido, identificando condiciones ambientales, operativas y de seguridad, para así establecer un estudio comparativo de los reportes diarios de actividades e identificar motivos de las fallas en el proceso, mediante el uso de tablas comparativas de capacidad, velocidad, tiempo, con el uso de los diferentes cargadores, de acuerdo a las distancias de los frentes de carga a los patios de disposición de material. Los resultados indican que los cambios de frente de representan un factor determinante en la eficiencia, ya que disminuye el porcentaje de utilización de los equipos que actualmente está alrededor de un 65%. Dichas fluctuaciones influyen sobre las paradas por mantenimiento ya que el desgaste de los equipos es mayor, lo cual hace imposible cumplir con una meta diaria. Logrando esto se obtiene un porcentaje de utilización de 15% que sumado con el 25% de las paradas operativas elevaría un 35% el tiempo planificado. De igual manera permitiría incrementar las horas diarias trabajadas por turno a 8 lo que es igual a 3,105 ton/día. El tiempo real de trabajo por turno en el periodo de estudio fue de 4,5 horas disminuyendo en un 55% la capacidad de producción. Supervisando las paradas operativas se elevaría la cantidad de horas trabajadas en un 30% equivalente a 550 ton/día adicional, permitiendo estar por encima del margen requerido por planta. Es de vital importancia el cumplimiento de las instrucciones operacionales de cada equipo ya que el desacato compromete la seguridad e influye no solo en el tiempo operativo lo que conlleva a un costo económico sino que compromete la responsabilidad ambiental y social de la empresa. Siendo este un producto que aunque no tengan un valor económico directo importante es un recurso potencialmente aprovechable por las comunidades, contribuyendo de manera sustentable a la protección del ambiente de la localidad de Tiara dentro del proceso minero y legal de la empresa.

ÍNDICE

Introducción.....	1
CAPÍTULO 1	
1.1 Planteamiento del problema	
1.2 Justificación	
1.3 Objetivo General	
1.4 Objetivos Específicos	
CAPITULO 2.	
GENERALIDADES	
LA EMPRESA MINERA LOMA DE NIQUEL	
2.1. Visión.....	12
2.2 Misión	
2.3 Valores	
2.4 Objetivos generales de minera loma de níquel	
2.5 Ubicación.....	14
2.6 Clima	
2.8 Evaporación.....	16
2.9 Temperatura	
2.11 Humedad relativa.....	17
2.12 Nubosidad	
2.13 Viento	
2.14 Terminología.....	18
2.15 Génesis del Yacimiento Niquelífero Loma de Hierro.....	19
2.16 Caracterización Geológica.....	21
CAPITULO 3.	
EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL	
3.1 Preparación.....	24
3.2 Calcinación.....	27

3.3 Reducción– Fusión

3.4 Refinación

CAPITULO 4

4.1 Metodología.....30

CAPITULO 5

5.1 Datos recolectados en campo.....

5.2 Resultados

CAPITULO 5

5.1 Análisis de resultados.....46

CAPITULO 6

6.1 CONCLUSIONES.....52

6.2 RECOMENDACIONES

6.2 BIBLIOGRAFIA.....55

6.3 ANEXOS.....55

INTRODUCCION

La propuesta de optimización de carga y acarreo en la empresa loma de níquel fue elaborada bajo los siguientes parámetros.

Planteamiento del Problema el cual se formuló en función a las necesidades reales de mejoras del proceso productivo minero ambiental de la arena industrial. Tomando en cuenta los criterio que contribuya a mejorar los tiempos de ciclos en cuanto al transporte del material extraído de las piscinas de las líneas 1 y 2 de arena hacia los botaderos de la mina y controlar las paradas operativas que ocurren en el desarrollo del proceso, las velocidades de transporte de material en los diferentes tramos de la vía, las condiciones de la misma para obtener un circuito programado en el traslado de la arena industrial q satisfaga la producción de la planta, así como garantizar la recuperación de los espacios como recurso natural aprovechable por la flora y fauna inherentes de la zona e implementar controles a nivel de polvo de las vías con fines de mejorar el control operativo y contribuir con el medio ambiente para esto se programan objetivos específicos en un plan de tiempo en función del cronograma de trabajo y conociendo las generalidades sobre el proceso productivo de la empresa se recolecta la fase de campo donde se toman los datos necesarios para realizar los cálculos y cumplir con dichos objetivos posteriormente se pasa a la fase de graficacion, discusión y análisis de resultados que traerá consigo unas conclusiones y recomendaciones

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería es un proceso económico el cual se basa en la extracción de minerales del subsuelo. Para lograr tal fin, se establece un proceso minero conocido como operaciones unitarias, las cuales son: arranque, carga, acarreo y vertido. Éstas se pueden llevar a cabo de forma combinada dependiendo del tipo de material y los equipos disponibles. Dentro del proceso de vertido temporal es importante tomar en cuenta el espacio ocupado para tal fin debido que unos de los principales tareas de la minería es la responsabilidad ambiental donde se tiene como principio legal obligatorio reinsertar los espacios utilizados en la remoción de capa vegetal y operaciones a las condiciones iniciales

La eficiencia del proceso está determinada por los equipos de carga y los equipos de acarreo. La productividad depende de dos variables: tiempo de ciclo y toneladas acarreadas. Las productividades bajas, indican alguna falla en el proceso, con lo cual la operación se hace más costosa.

Minera Loma de Níquel S.A, es una empresa minera que explota laterita niquelífera al Norte del estado Miranda; con arranque mecánico y acarreo por medio de camiones. Que depositan el material a trituración donde pasa a los calcinadores y posteriormente a los hornos de reducción donde se produce escoria en forma de arena industrial la cual hasta finales del 2008 era llevada por cinta transportadora hasta patio externo donde actualmente hay unas 6,000.000 de Ton, debido a la no renovación de la concesión por parte del estado para seguir vertiendo el material en ese sitio la empresa se vio obligada a depositar dicha escoria dentro de los límites de las concesiones actuales de Camedas 1 y 3 donde se encuentran el botadero de arena de Patio 2 y el del sector 3 donde se estiman que se podrá colocar todo el vertido del año en curso y el año 2011

por este motivo la empresa se ve en la necesidad de contratar equipos y personal adicional que no estaban previstos en su plan de explotación original, Se estima según la planificación a largo plazo una producción de arena industrial de 2,600 Ton/mes el

promedio de la producción de los meses de Agosto hasta Diciembre de este año, esta producción está estimada de la siguiente manera: Agosto:79,551 Ton/mes ; Septiembre: 75,955 Ton/mes ; Octubre: 78,647 ; Noviembre: 76,839 ; Diciembre: 78,633 y para los años siguientes de:

2011: 91,826 Ton/año; 2012: 768,787 Ton/año; 2013: 910,926 Ton/año; 2014: 910,926 Ton/año y adicionalmente 60.000 ton para el traslado entro de las áreas de las piscinas 1 y 2 (cercanas a los hornos de refinación) lo que reduce el espacio operativo y dificulta las operaciones de concentración del ferroníquel.

Debido a que para el transporte de la arena, la productividad está determinada por los equipos de acarreo y carga y a que los requerimientos de planta son cada vez mayores, se hace necesario determinar las productividades reales, relacionando éstas de acuerdo a las características de los equipos, condiciones ambientales y factores netamente operativos.

1.2 JUSTIFICACION:

Desde hace varios meses, la productividad de los camiones y de los equipos de carga ha disminuido, presentando la planta inconveniente por falta de espacio y acumulación de grandes cantidades de arena en los patios temporales de las piscinas de línea 1 y 2 las que a su vez se han incrementado al aumentar los tiempos de ciclo. El traslado del material dentro de la mina a traído como consecuencia el incremento en el uso de las vías de la mina lo que conlleva a mayores riesgos de accidentes entre los vehículos livianos y pesados, de igual manera las condicione de la vía por uso no planificado en las condiciones iniciales se van visto afectadas causando un gran deterioro por lo que la empresa se ha visto en la obligación de verter concreto en las vías cerca de la planta lo cual causa grandes retrasos en las operaciones debido a que solo existe una sola vía principal, afectando esto la seguridad de los trabajadores de la empresa y comprometiendo la planificación diaria. De igual manera los espacios utilizados para el depósito de la arena se encuentra dentro del área boscosa e las concesiones Camedas 1 (Sector-(Miranda- Aragua) (Ver fig. 1), donde a pesar de que el ministerio de ambiente no ha reportado grandes daños a la fauna y flora es

necesario tomar en cuenta que este debe ser un espacio tomado de uso temporal ya estamos hablando de aproximadamente 6 hectáreas que están siendo ocupadas y que no estaban contempladas dentro de los permisos de afectación ambiental. Con esta investigación se beneficia de forma directa el departamento de Operaciones de Mina al determinar parte de los inconvenientes del proceso, para poder implementar políticas y soluciones en función de optimizar el acarreo del material que es parte del proceso de concentración.

Debido a que este material tiene un uso comprobado como agregado para construcción es necesario planificar el retiro de los espacios de la mina por las comunidades organizadas para garantizar reinsertar el espacio cumpliendo con el compromiso de desarrollo sustentable y beneficiando de manera directa a las poblaciones cercanas de Araisa, Tiara y Tejerías



Fig. N°1 Fuente Propia 2010 MLdN

1.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnostico de las condiciones en campo del proceso de carga y acarreo de arena industrial en Minera Loma de Niquel (MLDN) a los fines de optimizar el sistema incluyendo la recuperación ambiental y la participación social

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar las instrucciones Operacionales de los equipos involucrados en la carga y el acarreo de la arena industrial
- Determinar los tiempos de ciclo para los equipos de carga y acarreo.
- Estimar las productividades actuales de los equipos de acarreo.
- Calcular las productividades en función de los datos suministrados por los fabricantes de los equipos.
- Comparar las productividades reales con las teóricas.
- Evaluar las productividades estimadas en campo con la real tomando en cuenta los factores que la afectan.
- Realizar análisis comparativo de lo ocurrido dentro del lapso de estudio
- Determinar las productividades de los equipos de acarreo para el llenado de los diferentes equipos
- Tomar nota de los tiempos de acarreo de ciclo desde las piscinas hacia los diferentes destinos de descarga
- Realizar observaciones en cuanto al proceso de desocupación de los patios con miras a reforestación de los mismos

CAPITULO 2.

GENERALIDADES

LA EMPRESA MINERA LOMA DE NIQUEL

2.1. VISIÓN

Ser reconocida como una gran empresa por sus niveles de productividad y calidad en la producción de Níquel, contemplando la seguridad, la responsabilidad social y la preservación del medio ambiente.

2.2 MISIÓN

Es una empresa dedicada a la producción de venta de Níquel, a costos competitivos mediante:

La producción con seguridad.

La inversión en las mejoras tecnológicas.

El compromiso con la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales.

Respeto por el medio ambiente, la comunidad, contratistas y proveedores.

El compromiso con la mejora continua y la optimización de los activos.

2.3 VALORES

Minera Loma de Níquel orienta todas sus acciones dentro del marco ético, a través de un sistema de valores organizacionales que son:

Respeto al individuo y su seguridad.

Desarrollo sustentable.

Desarrollo continuo.

Excelencia.

Honestidad.

Trabajo en equipo.

2.4 OBJETIVOS GENERALES DE MLDN

Vivir y sentir la conciencia del trabajo seguro, orientado a la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales.

Desarrollar la comunicación en todos los niveles de nuestra fuerza laboral, aprovechando al máximo sus conocimientos y experiencias, mediante su crecimiento profesional y personal, impactando una mejor calidad de vida, entusiasmo y una alta motivación para incrementar el sentido de pertenencia la organización.

Alcanzar la producción planificada a un costo menor a lo presupuestado, optimizando los recursos disponibles, apoyándonos en el proceso de mejora continua. Priorizando los asuntos de mayor impacto orientados a la toma de decisiones y acciones inmediatas,

Mantener las operaciones dentro de las normativas legales vigentes, con alto sentido de responsabilidad social hacia la fuerza laboral y partes interesadas.

Garantizar la calidad de los procesos mediante la estandarización, productividad y control de los mismos a fin de optimizar la interrelación entre todas las áreas de la organización.

Mantener el compromiso con la preservación del medio ambiente.

Minera Loma de Níquel es la empresa operativa responsable de la explotación del depósito niquelífero ubicado en Venezuela en la jurisdicción de Guaicaipuro (Estado Miranda) y de Santos Michelena (Estado Aragua), aproximadamente a 87 Km. Del suroeste de Caracas, a una altura de aproximadamente 1,200 m. sobre el nivel del mar. Dentro de la gerencia de minas existe el departamento de geología, el cual está encargado de realizar las labores de perforación y descripción litológica de los horizontes presentes en el yacimiento. El objetivo general del presente trabajo es el de realizar levantamientos de los frentes de explotación, después de haber ejecutado una extracción del mismo, mediante la realización de cortes geológicos y descripción litológica, con la finalidad de mantener un registro que muestre las características geológicas del horizonte saprolítico. La metodología utilizada se basó en la construcción de un perfil geológico del bloque remanente después de la extracción, tomando en cuenta la litología presente, la dirección del corte... LOTUS... Los resultados obtenidos permitieron dilucidar los posibles procesos que ocurrieron para generar los horizontes presentes en el yacimiento y cuáles de ellos han incidido con mayor eficacia sobre la litología existente en cada sector del complejo niquelífero de Loma de

Hierro. Así mismo, se evidenció que los frentes de extracción se caracterizan por un material saprolítico, de color pardo amarillento de granulometría arcillosa, donde los cuerpos lateríticos que irrumpen en la saprofito y los Boulder de diversos tamaños se hacen presentes con relativa frecuencia.

2.5 UBICACION

Loma de Níquel, anteriormente conocido “Proyecto Loma de Hierro, está situada a una latitud Norte de $10^{\circ} 10'$ y longitud Este de $67^{\circ} 07' 30''$ en la Cordillera de la Costa en el Norte de la República Bolivariana de Venezuela.

El depósito mineral está localizado en La Serranía del Interior en la Cordillera de la Costa situado en la cadena montañosa conocida como Loma de Hierro y se expande aproximadamente 7,5 Km en línea recta con anchos variables en un rango de 0,7 Km a 1,2 Km con un promedio de profundidad estimado de 25 m. La altura del yacimiento por el nivel del mar es aproximadamente entre 1,000 m y 1,300 m, el mismo forma una línea divisora entre el Río Tuy y la cuenca del Río Guare, este último es un tributario del Río Tuy. (Ver fig. 2)

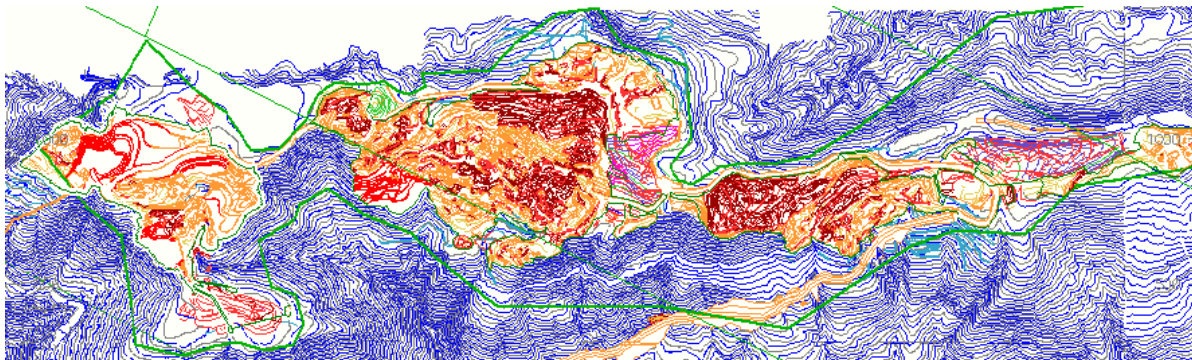


Fig. N°2 Esquema de la mina Planificación a Largo Plazo 2010

Las colinas adyacentes poseen inclinaciones bastante pronunciadas, variando en un rango entre 30% y 50%. El punto más alto del sistema es en Loma de Hierro con una elevación de 1,340 m.s.n.m. La planta de procesamiento mineral se encuentra ubicada en la ladera de la montaña a una elevación de aproximadamente 900 metros.

La comunidad más cercana es Tiara, un pequeño poblado a 5 Km del yacimiento. Los poblados más cercanos y grandes son Tejerías (25 Km) y la Victoria.

Dos tipos de vegetación predominan en el área. Sabana abierta (entre 700 y 1100 m.s.n.m.) y bosques húmedos y nublados localizados principalmente en los picos y valles entre montañas (1100 y 1300 m.s.n.m).

Desde un punto de vista geológico Loma de Hierro puede ser considerado una masa de peridotita serpentinizadas con un rumbo de N70E y ancho variable entre 1 y 1,5 Km. En el Sur la peridotita está en contacto con las rocas ígneas de Tiara. Mientras que al Norte está en contacto discordante con la formación Tucutunemo.

2.6 CLIMA

Existe un gran número de estaciones meteorológicas en las cercanías de Loma de Hierro. Los datos mostrados en la tabla 1, han sido utilizados para evaluar las condiciones climáticas.

Tabla 1. Clima Promedio Mensual y Anual (mm)

Estación	Tipo	Serial	Período	Coordenadas
Elevación				
				Latitud
Longitud				
Tiara	PR	1478	52-92	10°07'49''
67°09'00''	750			
San Francisco Pao	PR	441	66-92	10°05'45''
67°17'05''	640			
Fila Guaraima	PR	9303	72-92	10°11'00''
67°17'37''	1005			
Embalse Suata	PR	1475	44-88	10°12'46''
67°22'58''	512			
El Consejo	PR	1465	53-92	10°14'30''
67°16'10''	553			

La Urbina Quebrada Seca	PR	1455	40-92	10°16'53''
67°15'40''	650			
Pie de Cerro	PR	1469	40-92	10°19'24''
67°19'15''	780			
Las Tejerías	PR	589	53-92	10°15'21''
67°10'18''	484			
Río Arriba	PR	589	59-92	10°09'
67°01'	395			
Hacienda La Emilia	PR	1488	59-92	10°06'
67°06'	585			
Santa Cruz Edafologica	CI	417	66-91	10°10'00''
67°29'15''	444			

Tomado de: Feasibility Estudy Loma de Hierro Project, 2002.

2.7 LLUVIA

Es importante destacar que el promedio máximo de lluvia anual fue registrado en las estaciones de la Hacienda La Emilia (1,580 mm) y Tiara (1,405 mm) y el mínimo en la estación Quebrada Seca (826 mm) .El promedio de lluvia mensual fue tomado entre mayo y octubre de 2000.

Los registros de lluvia para la estación de Tiara, localizada en las cercanías del yacimiento son considerados representativos de área donde las actividades mineras toman lugar.

2.8 EVAPORACIÓN

La estación climatológica Santa Cruz. Edafológica, es la más cercana de este tipo, y tiene registros de evaporación de 1966 a 1991 (26 años). En las regiones tropicales la evaporación mensual varía muy poco, sin importar si el periodo es seco o lluvioso.

La tabla 2. Muestra los registros mensuales y anuales en promedio de la estación antes mencionada.

Tabla 2. Evaporación Mensual y Anual (mm)

Datos	MESES	ANUAL											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Media	221,8	238,7	287,8	245,5	199,9	175,3	172,8	165,6	159,6	166,1	156,2	188,4	23 77 ,6

Tomado de: Feasibility Estudy Loma de Hierro Project, 2002.

2.9 TEMPERATURA

Los registros de temperatura de la estación climatológica de primer orden, Santa Cruz-Edafológica, para el periodo comprendido entre 1,966 y 1,991 son mostrados en la tabla 2.5 como un compendio de temperaturas en °C, mostrando la media, máxima y mínima media y máximo y mínimo absoluto.

La temperatura anual es de 26°C con una media máxima de 31,9°C y una media mínima de 21°C. El máximo absoluto es de 40,8 en enero y el mínimo absoluto de 13,7 en diciembre.

2.10 RADIACIÓN

La radiación total anual es de 147,842 cal/m² con una media mensual de radiación diaria de 405 cal/m². La máxima mensual de radiación diaria es de 674 cal/m² (marzo) y la mínima de 84 cal/m² (mayo). La radiación es un factor importante en la formación de neblina en la noche con un cielo despejado y atmosfera estable. La neblina en las mañanas es muy común durante todo el año.

Insolación

De acuerdo a la estación Santa Cruz-Edafológica la insolación total, media, máxima y mínima absoluta es mostrada en la tabla 2.7. La media anual de insolación por día es de 7,3 horas y el máximo absoluto es de 12 horas alcanzado en el mes de junio.

2.11 HUMEDAD RELATIVA

La media anual de humedad relativa es de 70% con una media máxima de 89% y una media mínima de 46%. La humedad relativa máxima absoluta es de 100% y la mínima absoluta es de 11%.

2.12 NUBOSIDAD

La media anual de nubosidad es de 5 octavos con una media mensual máxima de 6 octavos y una media mínima mensual de 4 octavos. La media anual es de 5 octavos indicando que el área tiende a ser nublada la mayor parte del año, excepto entre diciembre y marzo cuando está normalmente despejado.

2.13 VIENTO

La media anual es de 8 Km/h y la máxima registrada es de 73 Km/h. La dirección de los vientos que prevalecen son Este y Nor-Este.

2.14 TERMINOLOGIA:

Rocas ultramáficas o ultrabásicas: Se aplica a las rocas magmáticas que contienen menos del 45% en peso de SiO₂, de allí la ausencia de cristales de cuarzo y la abundancia en Mg, Fe y Ca (40% o mayor) (Petrología, Grande S. 2000).

Peridotita: Roca magmática granuda, amarilla oscura más a menudo verde negruzca, holomelanocrata con 90% a 100% minerales ferromagnesianos (roca ultrabásica o ultramáfica), con olivino predominante acompañado de piroxeno y espinela (Petrología, Grande S. 2000).

Dunita: Peridotita con 90%-100% de olivino (Petrología, Grande S. 2000)

Gabro: Roca magmática plutónica, granuda, de coloración verdinegra más o menos moteada de blanco, compuesta de plagioclasa subautomorfa ($An > 50$; laradorita, bitownita a veces anortita) y de piroxeno intersticial (clinopiroxeno; diopsida, diálaga, augita, ortopiroxeno, hiperstena), en menor proporción de hornblenda parda, olivino y biotita. (Petrología, Grande S. 2000).

Rocas máficas o básicas: Se aplica a las rocas magmáticas que contienen minerales ricos en Fe y Mg (de 20 a 35%) y son pobres en SiO₂ (45 a 52% en peso), con ausencia de cristales de cuarzo. (Petrología, Grande S. 2000).

Serpentinización: Transformación de minerales ferromagnesianos en serpentina, en particular del olivino, en las rocas magmáticas básicas o ultrabásicas; las peridotitas y algunas piroxenitas se transforman así en serpentina. (Petrología, Grande S. 2000).

Metasomatismo: Transformación, sin cambio de estado, de la estructura o la composición química o mineral de una roca cuando queda sometida a condiciones de temperatura y presión distintas de las que la originaron o cuando recibe una inyección de fluidos. En este tipo de transformación no suele influir solo el calor, sino también los volátiles que se escapan de la intrusión y que afectarán a la composición elemental de la roca. (Petrología, Grande S. 2000)

Ofiolita: Sección incompleta de una suite ofiolítica, la cual se habría generado en una cuenca marginal, habiendo perdido algunos de sus intervalos posiblemente durante los procesos de emplazamiento. Actualmente, designa a un conjunto caracterizado que incluye de base a tope: 1. Peridotitas foliadas que han sufrido deformación tectónica en estado sólido; 2. Gabros y peridotitas estratificadas con estructura de cumulos (cristalización fracturada y depósitos sucesivos de los cristales en una cámara magmática; 3. Diques intrusivos de diabasa; 4. Basaltos en almohadilla o pillow lavas (efusiones submarinas); y por último se encuentran sedimentos pelágicos. (Petrología, Grande S. 2000).

Lixiviación: Es el proceso de lavado de suelo por la filtración del agua. La lixiviación produce el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables y es por ello característico de climas húmedos. Esto provoca que los horizontes superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, arrastrados por el agua. (Petrología, Grande S. 2000)

Laterita: Suelo rojo de las regiones tropicales húmedas bajo cubierta forestal, pobre en Si y rico en hidróxidos de Fe a Al. (Petrología, Grande S. 2000).

Níquel: Es un elemento químico de número atómico 28 y símbolo Ni, situado en el grupo 10 de la tabla periódica de los elementos. Aproximadamente al 65% del níquel consumido se emplea en la fabricación de acero inoxidable austenítico y otro 12% en las súper aleaciones de níquel. El restante 23% se reparte entre las otras aleaciones, baterías recargables, catálisis, acuñación de monedas, recubrimientos metálicos y fundición. (Petrología, Grande S. 2000)

Garnierita: Es un mineral de la clase de los silicatos, cuya fórmula química es $(\text{Ni},\text{Mg})_6[(\text{OH})_8/\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, color blanco verde, raya verde clara, sistema monocristalino, exfoliación no prominente, la fractura puede ser irregular o concoidea, dureza de 2 a 4 y densidad promedio de 2.4 (Petrología, Grande S. 2000)

2.15 GENESIS DEL YACIMIENTO NIQUELIFERO LOMA DE HIERRO

La génesis del yacimiento se remonta a unos 106 Ma atrás aproximadamente. Está constituida por un complejo peridotítico-gabroide, de origen secundario, el cual se compone de peridotita serpentizadas, dunitas, piroxenitas, troctolitas y gabros asociados a basaltos. La peridotita es principalmente una harzburgite de grano grueso con olivino y enstatita de color negro a verde de acuerdo al grado de serpentización.

Se puede afirmar que el manto regolítico que cubre a la roca, es producto de un proceso de alteración superficial, activo bajo determinadas condiciones climáticas y topográficas, que se denomina laterización. Los cambios bruscos de temperatura y la circulación subterránea de las aguas de infiltración, alteran gradual y progresivamente a la roca, predominando la acción geoquímica de disolución sobre la mecánica de erosión. Las aguas se infiltran por las fisuras o diaclasas producidas por efecto de los esfuerzos dinámicos, posiblemente durante el emplazamiento de la masa peridotítica, y ponen rápidamente en solución a los cationes de hierro, magnesio, níquel, cobre, cobalto, entre otros.

De esta manera, se puede afirmar que la mineralización de níquel puede ser dividida en tres fases:

Mineralización inicial de la roca.

Enriquecimiento in situ de níquel en la roca alterada por migración de otros elementos.

Concentración de níquel por migración descendente.

La primera fase comprende la serpentización de la roca ultrabásica fresca, variable según el grado de hidratación de los silicatos anhidros, originada por metamorfismo regional o hidrotermal mediante la impregnación permanente por aguas superficiales al abrigo del aire. Su tenor es el inicial de la roca madre, constante en el orden de $\pm 0.25\%$ Ni.

La segunda fase se produce en la roca alterada del cuerpo regolítico, en el cual no ha habido pérdida de níquel durante la fase inicial, el enriquecimiento proviene de la pérdida más o menos total de sílice y magnesio que puede representar más del 75% de la composición de la roca madre. El níquel se encuentra difuso en la masa alterada y solo se evidencia en los análisis químicos, no es explotable, pero la mineralización contribuye a la concentración posterior que se produce en la tercera fase.

La tercera fase es la más compleja e importante. Se ha mencionado antes el límite frecuentemente brusco en el cuerpo regolítico entre la roca alterada con mineralización niquelífera y la laterita ferruginosa propiamente dicha. Este límite avanza progresivamente en sentido descendente a medida que se incorporan el magnesio y la sílice restantes en la roca ultrabásica alterada y la casi totalidad del níquel, y el espesor de la laterita residual ferruginosa aumenta gradualmente, este desplazamiento progresivo hacia la base límite níquel-hierro se denomina “descenso” de la saprofitita.

Las aguas superficiales que se infiltran, probablemente ácida, atraviesan la saprofitita porosa y se mantienen durante algún tiempo en la porción inferior plástica de esta zona, poniendo a los elementos de los minerales que se encuentran en la roca alterada en soluciones que pueden luego precipitar, constituyendo entonces, las concentraciones explotables de níquel.

(MINERA LOMA DE NIQUEL C.C. DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN DE MINA-GEOLÓGIA, 2005)

2.16 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS LOCALES DEL YACIMIENTO NIQUELIFERO DE LOMA DE HIERRO

El depósito de Loma de Níquel, se debe considerar como producto del desgaste de la acción atmosférica de tipo residual sobre las rocas existentes. Por otra parte, es enriquecido varios grados por las soluciones asociadas a los acontecimientos tectónicos.

Minera Loma de Níquel ha desarrollado los criterios que permiten la clasificación de todas las muestras, según el concepto del perfil de la alteración. Estos han permitido la definición de los parámetros químicos y mineralógicos en cada una de esas zonas, con implicaciones económicas positivas muy evidentes, debido a una disminución significativa de los costos de la operación de mina. A través de estos criterios se desarrolló un perfil de alteración compuesto por cuatro zonas:

Zona 1: Se compone de una laterita roja oscura. El material es poroso y permeable, con una humedad media de 24.77%. Desde un punto de vista mineralógico los óxidos y los hidróxidos del hierro prevalecen en la forma de concreciones, así como en minerales de arcilla. Este material se considera inútil, debido al alto contenido de hierro que dificulta el proceso piro metalúrgico.

Zona 2: Se diferencia de la zona 1 debido a su color amarillento y a un contenido más alto de minerales de arcilla. Es una capa muy porosa y casi impermeable. Los valores de humedad se encuentran entre 13% y 52%. Desde el punto de vista mineralógico, los óxidos de hierro e hidróxidos prevalecen. Debido al alto contenido de Fe y de la relación SiO_2/MgO , la unión de las zonas 1 y 2 componen la capa inútil que cubre el mineral (saprofita). Sin embargo, durante el proceso de la explotación, el material de las zonas 1 y 2 se deben poner en las descargas inútiles separadas, debido a la posibilidad de usar el material de la zona 2 en el futuro en otros procesos metalúrgicos pues, el alto grado de níquel se presenta en la zona 2 (1.2 %).

Zona 3: Está compuesta por serpentinas y saprofitas, su color varía entre marrón amarillento y pálido verde. Es altamente poroso, muy fracturado y su humedad se encuentra entre 15 y 46%. Desde el punto de vista económico, esta es la zona más importante a ser explotada debido a la alta composición de Ni. El mineral principal del Níquel es garnierita; la cromita y la magnetita son minerales adicionales presentes en esta zona. Durante el

proceso de la explotación, este material (saprofitita) se considera como la materia prima para la planta metalúrgica.

Zona 4: El principal tipo litológica presente en esta zona son las peridotitas, en su mayoría serpentinizadas. Este material se presenta en la forma de bloques de varias dimensiones, alcanzando a veces 3 m. de diámetro. El color del material está entre amarillento verde y gris, y es cortado por las venas pequeñas de pirolusita. En ciertas partes del depósito los bloques de roca se encuentran fracturados. Estas fracturas son rellenadas por garnierita y ópalo; la cromita y la magnetita prevalecen como minerales adicionales. El contenido de Ni es variable, por consiguiente, no se explota durante la operación de la mina. Su humedad media es baja 14% aproximadamente.

Debido a la variedad de espesores de los diferentes horizontes del yacimiento y al desigual porcentaje de Ni a lo largo de la mina, Minera Loma de Níquel decide dividir el complejo niquelífero en distintos sectores.

Entre ellos se encuentran los tres sectores en actual explotación (Sectores I, II y III) en los cuales son reconocidas las tres unidades típicas del yacimiento, relacionada a la formación de la mineralización de Ni, es decir, laterita, saprofitita y roca basal (dunitas, piroxenitas, gabros y peridotitas).

En detalle los tres sectores poseen diferentes características, tal como se menciona a continuación:

En el sector I se destaca la abundancia de Boulder en la saprolita. (Ver fig. 3)

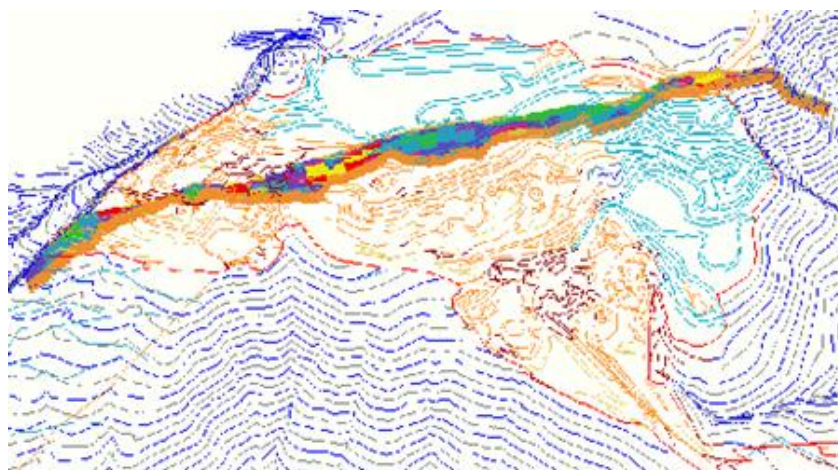


Fig. N°3 Sector 1 Planificación a Largo Plazo 2010 (Datamine)

En el sector 2 se caracteriza por la fácil diferenciación de las tres unidades mencionadas anteriormente (laterita, saprofitita, roca basal) (Ver fig. 4)

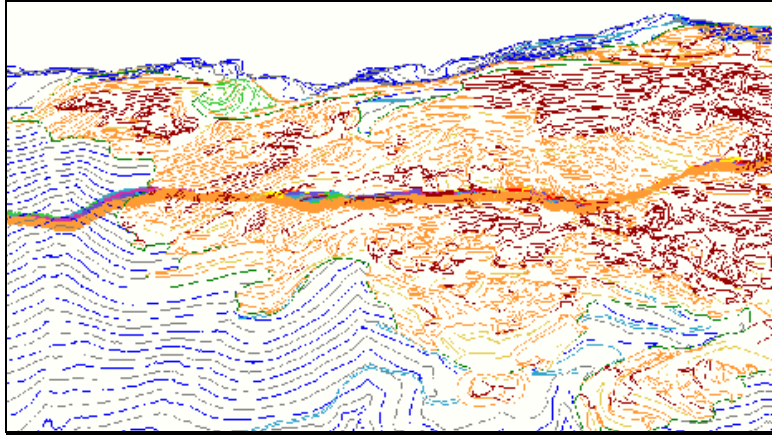


Fig. N°4 Sector 2 Planificación a Largo Plazo 2010 (Datamine)

El sector III presenta cierta dificultad en la diferenciación de laterita y saprofitita por una generalizada abundancia de Fe. (Ver fig. 5)

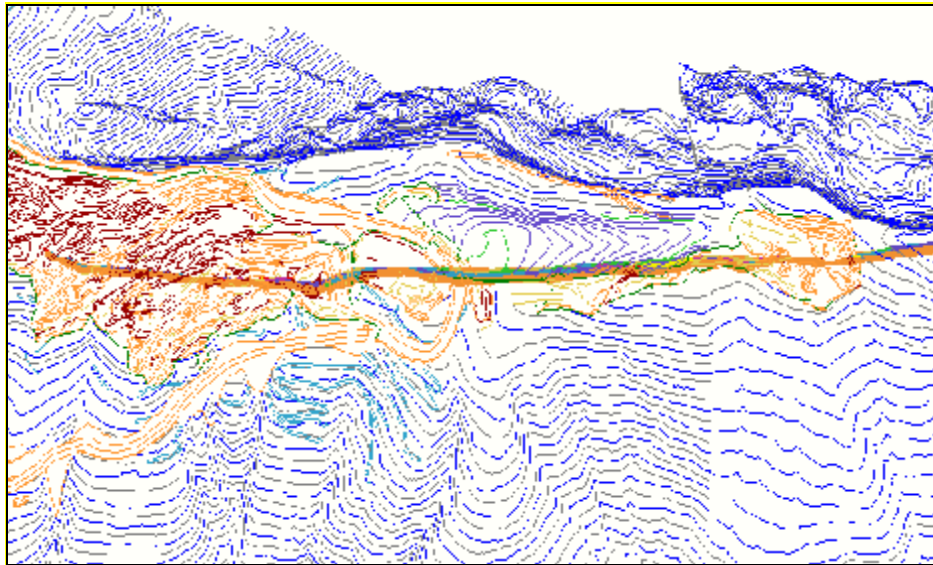


Fig. N°5 Sector 3 Planificación a Largo Plazo 2010 (Datamine)

CAPITULO 3.

EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL

El yacimiento niquelífero de Minera Loma de Níquel consiste de una mina a cielo abierto (Ver fig. 8) donde no se emplean explosivos de ningún tipo para la extracción y remoción del mineral; mediante el uso de palas excavadoras, el mineral es extraído y cargado a camiones de 55 toneladas de capacidad (Ver fig. 6 y 7), para ser trasladado desde la mina hasta la planta de procesamiento. El programa para extraer, apilar y transportar al Níquel está diseñado para una tasa de producción de 1,3 millones de toneladas secas por año durante un periodo de 30 años, con un contenido de Níquel de 1,62%.



Fig. N°6 Fuente Propia 2010 MLdN



Fig. N°7 Fuente Propia 2010 MLdN

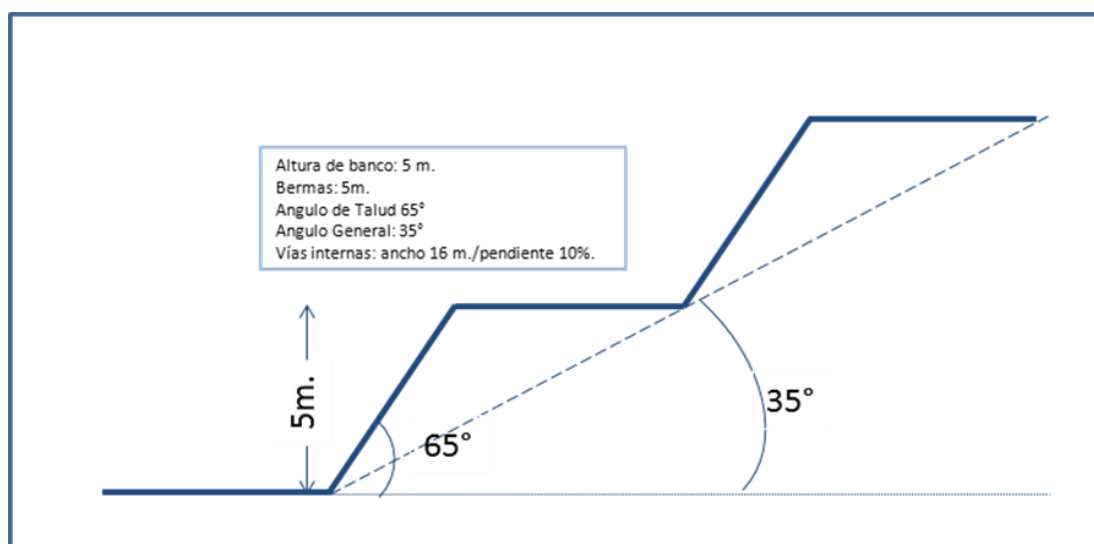


Fig. N°8. Criterios de diseño en mineral (Tomado de Planificación anual 2010 MLdN, 2009)



Fig. N°9. Fuente Propia 2010 MLdN

3.1 PREPARACIÓN

Es la primera fase de preparación o reducción de tamaño. En esta fase se descargan los camiones para tres etapas de trituración en circuito abierto. En la primera etapa de Trituración primaria el mineral es separado por un Cribón fijo de 450 mm (Ver fig. 9). De apertura, los materiales de mayor tamaño caen a un triturador de mandíbulas donde se reducen los terrones, luego es enviada por correas transportadoras a la segunda etapa de trituración primaria, donde un triturador de doble rodillo reduce el mineral hasta 250 mm. En la tercera etapa, otro triturador de doble rodillo reduce todo el mineral al tamaño máximo de 60 mm, húmedo, generalmente blando. El mineral triturado se almacena en dos pilas al aire, para lo que se utiliza un apilador automático (apilador/reclamador) en forma de V invertida, cada una con capacidad para 118.000 toneladas de mineral húmedo. Además de proporcionar almacenaje para 42 días de operación, el propósito principal de las pilas es garantizar la homogeneización (mezclar los tipos y tenores de mineral sumamente variados) para la alimentación de la planta de procesamiento.



Fig. N°10. Fuente Propia 2010 MLdN

La pila conformada tendrá una composición de 1,62% a 1,78%Ni y 13,8 a 21,4%Fe y relación SiO₂/MgO de 1,39% aproximadamente. Debido a que el mineral en la temporada de lluvia puede tener hasta un 30% de humedad, su utilización en estas condiciones acarrearía problemas en los sistemas del proceso aguas abajo. Por tal motivo se requiere secar el mineral hasta un 1 o 18% de humedad, de acuerdo a la condición mínima para evitar la generación de polvo en los sistemas (Ver fig. 10). Un recuperador de cangilones automático, recoge de forma continua el mineral para llenar un silo de 25 toneladas que sirve para controlar la alimentación al horno de secado. Este consiste de un tambor rotativo, de 4m. de diámetro y 27 m. de largo, que usa como combustible gas natural, el cual tiene un capacidad máxima de 234 t/h (base húmeda). Una vez secado el mineral, pasa a trituración terciaria, última etapa de reducción de tamaño a máximo 15 mm. En una trituradora de rodillos para luego ser almacenado en una pila cubierta de 12.000 toneladas secas.

3.2 CALCINACIÓN

El mineral para por un proceso de calcinación para la reducción parcial del hierro presente y la eliminación del agua física y química, utilizando carbón mineral como un agente reductor. Esto se realiza en dos hornos rotatorios que miden metros de diámetro por 120 metros de longitud cada uno, a una temperatura de 850°C; conseguida con un quemador que utiliza gas. La capacidad de los hornos es de 110 ton/hora.

3.3 REDUCCIÓN – FUSIÓN

El mineral pre-reducido y calcinado es introducido en dos hornos de arco eléctrico sumergidos (Ver fig. 11), de 17,5 metros de diámetro y 45MVA, donde la generación de un arco eléctrico sobre la carga de mineral genera el calor para su fusión a aproximadamente 1650°C. En el proceso se crean dos fases: una de menor densidad o escoria, consistente principalmente por óxidos de S y Mg y otra fase más pesada o fase metálica con una proporción de Ni y Fe. La fase metálica, es colada o vertida en cucharas de 4 toneladas de capacidad, desde cada horno cada 6 horas en promedio (total de ocho coladas por día) para su posterior depuración o refinado de impurezas como son el Azufre, Fosforo, Carbón y Silicio de acuerdo a los requerimientos de los clientes. El consumo de energía específico en la operación es de 560 kW/ton y la recuperación de Níquel desde el mineral a la fase metálica es de 90%.



(Fig. N°11)



(Fig. N°12)

Reducción, Fusión, Refinación. (Tomado de Intranet MLdN, 2010)

3.4 REFINACIÓN

Inmediatamente concluido el proceso anterior, el metal es colado, del horno de reducción (Ilustración 3), sobre una cuchara precalentada, iniciándose la inyección de oxígeno y cal en forma controlada para la primera fase de remoción del contenido de fósforo y carbono disueltos en el metal líquido. Posteriormente, la cuchara de 9MVA, de una temperatura aproximada de 1600°C, el metal líquido será desoxidado con la adición de aluminio (Ver fig. 12). La aleación de ferro-níquel (Fe-Ni) es granulada en un tanque especial de agua, clasificada por tamaño y almacenada para su posterior expedición a los clientes. El ferro-níquel listo para despacho se presenta en forma de piezas y granalla. Con un tamaño de 3 a 30 mm. y su composición típica es 20 – 25%Ni; 0,03%Si Max.; 0,04%C max.; 0,06%S max.; 0,03%P Max.

GENESIS DEL YACIMIENTO NIQUELIFERO LOMA DE HIERRO

La génesis del yacimiento se remonta a unos 106 Ma. Atrás aproximadamente. Está constituida por un complejo peridotítico-gabroide, de origen secundario, el cual se compone de peridotita serpentinizadas, dunitas, piroxenitas, troctolitas y gabros asociados a basaltos. La peridotita es principalmente una harzburgita de grano grueso con olivino y enstatita de color negro a verde de acuerdo al grado de serpentinización.

Se puede afirmar que el manto regolítico que cubre a la roca, es producto de un proceso de alteración superficial, activo bajo determinadas condiciones climáticas y topográficas, que se denomina laterización. Los cambios bruscos de temperatura y la circulación subterránea de las aguas de infiltración, alteran gradual y progresivamente a la roca, predominando la acción geoquímica de disolución y ataque sobre la mecánica de erosión. Las aguas se infiltran por las fisuras o diaclasas producidas por efecto de los esfuerzos dinámicos, posiblemente durante el emplazamiento de la masa peridotítica, y ponen rápidamente en solución a los cationes de hierro, magnesio, níquel, cobre, cobalto, entre otros.

De esta manera, se puede afirmar que la mineralización de níquel puede ser dividida en tres fases:

La primera fase comprende la serpentización de la roca ultrabásica fresca, variable según el grado de hidratación de los silicatos anhidros, originada por metamorfismo regional o hidrotermal mediante la impregnación permanente de aguas superficiales al abrigo del aire. Su tenor es el inicial de la roca madre, constante en el orden de $\pm 0.25\%$ Ni.

La segunda fase se produce en la roca alterada del cuerpo regolítico, en el cual no ha habido pérdida de níquel durante la fase inicial, el enriquecimiento proviene de la pérdida más o menos total de sílice y magnesio que puede representar más del 75% de la composición de la roca madre. El níquel se encuentra difuso en la masa alterada y solo se evidencia en los análisis químicos, no es explotable, pero la mineralización contribuye a la concentración posterior que se produce en la tercera fase.

La tercera fase es la más compleja e importante. Se ha mencionado antes el límite frecuentemente brusco en el cuerpo regolítico entre la roca alterada con mineralización niquelífera y la laterita ferruginosa propiamente dicha. Este límite avanza progresivamente en sentido descendente a medida que se incorporan el magnesio y la sílice restantes en la roca ultrabásica alterada y la casi totalidad del níquel, y el espesor de la laterita residual ferruginosa aumenta gradualmente, este desplazamiento progresivo hacia la base límite níquel-hierro se denomina “descenso” de la saprolita.

Las aguas superficiales que se infiltran, probablemente ácida, atraviesan la saprolita porosa y se mantienen durante algún tiempo en la porción inferior plástica de esta zona, poniendo a los elementos de los minerales que se encuentran en la roca alterada en soluciones que pueden luego precipitar, constituyendo entonces, las concentraciones explotables de níquel.

CAPITULO 4

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Población Muestra:

La población de muestra fueron 13 equipos, 5 camiones articulados Terex, 4 Gandolas Mack, 4 cargadores frontales, a los cuales se les realizó un seguimiento durante su operación y recorrido

4.1.2 Plan de Trabajo:

Se toma en cuenta que para poder reconocer las fallas operativas en campo, era necesario verificar el correcto funcionamiento de los equipos se divide el trabajo de campo en 2 fases:

4.1.2.1 Realización de Instrucciones Operacionales

Esta fase inicial comprende las semanas 2,3 y 4 donde la metodología en función de una planificación consistió en realizar una inducción en el departamento de seguridad de la empresa seguidamente con un manual se ingresa a cada uno de los equipos de acarreo y carga desde el comienzo hasta el final del turno, con cada uno de los distintos operadores para así poder establecer un análisis comparativo no solo de los equipos sino de la eficiencia operativa (Ver Tabla. 3), en este recorrido se encuestan a los operadores tomando en cuenta las condiciones ambientales, operativas, técnicas, normas de seguridad tomadas en vías u operaciones, EPP ,Frecuencia, manuales de los equipos (especificaciones).así como la recopilación de datos en campo sobre los peligros y riesgos asociados a cada una de las acciones dentro de los equipos en la carga y el acarreo de la arena y disposición a los depósitos que pudieran comprometer la seguridad dentro del traslado en las vías de la mina y afectar las condiciones del medio ambiente (Ver Tabla. 17 y 18)

4.1.2.2 Materiales Utilizados

Los materiales utilizados fueron planos de los sectores de la mina, así como los EPP obligatorios (Guantes, Mascarilla, Casco, Botas, Camisa Manga Larga, Lentes de Seguridad, Tapa Oídos, Cámara, Cronometro, Manual de Manejo de Equipos), Equipos

informáticos con el programa TECMINE, Base de Datos, y Hoja de Cálculo y acceso a la red interna de la empresa (INTRANET),

4.1.2.3 Fase de Análisis y Discusión de Resultados

Una vez obtenida esta información de campo se va a la oficina donde una vez ordenados los datos se someten a discusión con Planificación a corto plazo, Operaciones de mina y Transporte planta donde en función a sus experiencias y cargos se plantean ideas con miras a fortalecer el trabajo (Ver Tabla. 17 y 18)

4.1.2.4 Colocar en la Base de Datos las instrucciones Operacionales

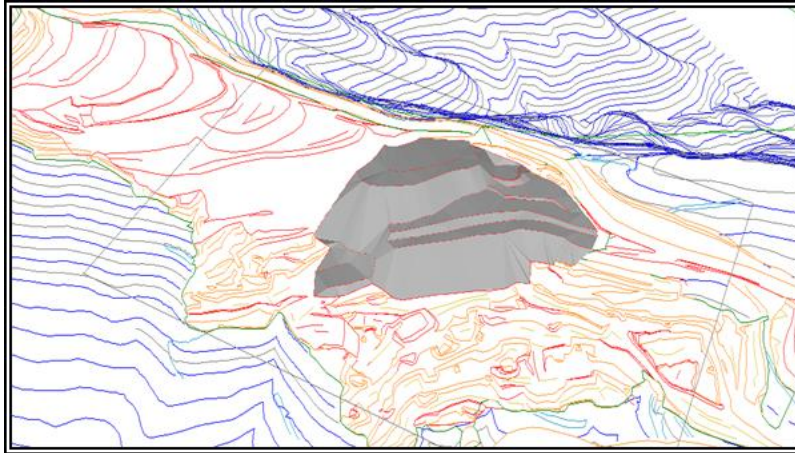
Seguidamente Se pasa a llenar el formato de la empresa de las instrucciones operacionales de los equipos para cumplir con la normativa legal y aplicarlo y mantenerlo vigente a partir de ese momento informar a los supervisores y al personal para imprimirlos y colocarlos en el interior de cada equipo donde se notifica a cada operador y se norma la conducción de las operaciones dentro de la mina.

4.1.2.2 Calculo de Rendimiento de los Equipos

En esta fase inicial se recibe una inducción en el programa operativo de la empresa TECMINE y desde la estación de control o base cero se visualizan el funcionamiento de los equipos de la mina, donde se maneja la información técnica y controlada y se realiza un seguimiento de las actividades de los camiones y los cargadores con los distintos operadores durante 2 semanas de actividades (Ver Tabla. 6-9)

En conjunto con la fase anterior se realizan mediciones de velocidades promedios, tiempo de carga y acarreo (Ver Tabla.15 y 16), mantenimiento preventivo, correctivo, así como las condiciones de los equipos, capacidades reales de los equipos, combinación de los mismos, distancia de disposición de materiales (Ver fig. 9, tiempos de ciclos, condiciones de las vías, acceso a las piscinas ubicadas en el área de planta de procesos (Ver Tabla. 13 y 14)

(fig. 14) Pila de patio 2 Datamine 2010



Fuente Propia 2010 MLdN

4.1.2.3 Materiales Utilizados

Reporte de actividades diarias de los equipos en el tiempo de estudio, Planos de la mina y ubicación de los depósitos, Información de los Registros de paradas por mantenimiento de base cero, Información de los registros de paradas por mantenimiento correctivo preventivo de las contratistas y del taller de operaciones, Listas de Chequeo de los equipos, Hoja de Cálculo, TECMINE, Graficadoras, Ecuaciones en función de los parámetros de la empresa, Acceso a Datamine, Información Topográfica por GPS.

4.1.2.2 Fase de Análisis y Discusión de Resultados

Una vez todos estos datos se proceden al cálculo de las variables operativas en la oficina de la siguiente manera:

4.1.3.1 Equipos de Carga

Para la verificación del equipo de carga se asumen los siguientes parámetros:

Producción calculada por los próximos meses del año 2010

Agosto: 79.551 ton/m³ ; Septiembre: 75.935ton/m³ ; Octubre: 78.647ton/m³;
Noviembre: 76.834 ton/m³ ; Diciembre: 78.653 ton/m³

Lo que equivale a un promedio ponderado de $77.925 \text{ ton/mes} / 30\text{días} = 2.597 = 2600$
ton/día

La producción planificada para los próximos 4 años es de:

2011: 91.826 ton/año ; 2012: 768.787; 2013: 910.926 ton/año; 2014: 910.926
ton/año

- Producción diaria requerida: 2600 ton/día
- Tiempo trabajado: 2 turnos de 12 horas c/u
- Eficiencia del operador: 80%
- Disponibilidad mecánica: 55%
- Tiempo de Ciclo de carga y descarga de los Cargadores Frontales: 1,5 min
- Tiempo de cambio de camiones: 2min
- N° de Pases para llenar 1 camión: 2 (CAT 570)

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS Y CALCULO DE EQUIPOS DE ARENA INDUSTRIAL

Se sabe que para el cálculo del número de ciclos diarios del cargador por camión depende del tipo de cargador a utilizar (ver tabla anexa)

Agregando el tiempo de cambio por camión queda como resultado un tiempo de ciclo de 60 min para un camión Terex.

Si la jornada laboral es igual a 2 turnos de 11 horas diarias planificadas c/u menos el descuento por paradas por mantenimiento y paradas operativas el tiempo efectivo de trabajo es de 10 h/Día

Por lo tanto el número de ciclos del cargador/día es de:

$$\frac{10 \text{ h/día} * 60 \text{ min/Hora}}{5,5} = 120 \text{ ciclos/día} \quad (1)$$

Según el número de ciclos/día el cargador tiene una producción de:

$$120 \text{ Ciclos/día} * 17,6 \text{ ton/ciclo} = 2640 \text{ Ton/Ciclo.} \quad (2)$$

4.2.2 EQUIPOS DE ACARREO

Para el transporte de material se cuenta con camiones Terex TA30 (22 Ton o 17,5 m³) y con Gandolas Mack (35 Ton o 22m³) donde se estima para el ejemplo del cálculo ser llenados con un cargador CAT 570 de 5,5 m³ de capacidad.

Para el cálculo del número de camiones se usaron los siguientes datos:

- Producción diaria requerida: 2.600tn

- Tiempo de trabajo: 2 turnos de 5 horas c/u
- Eficiencia del Operador: 80%
- Disponibilidad Mecánica: 76%
- Tiempo de espera para la carga: 1,5
- Tiempo de carga: 4 min
- Distancia del recorrido: 5,5 km (Depende el frente y la ruta de descarga)
- Velocidad del camión vacío: 25 km/h
- Velocidad del camión cargado: 15 km/h
- Tiempo de acomodo para la carga y descarga: 0,5 min

Por lo tanto el tiempo recorrido total de un camión por ciclo es el siguiente:

- Tiempo del recorrido cargado: 0,367 h
- Tiempo de descarga: 1min
- Tiempo del recorrido descargado: 0,220 h
- Tiempo d acomodo: 0,5 h
- Tiempo de carga: 0,083 h

Tiempo total: El tiempo empleado por ciclo de un camión es de 0,695 h, que con un tiempo de 10 horas efectivas de trabajo diario, el camión podrá realizar el siguiente número de ciclos por día:

$$\frac{10\text{h/Día}}{0,695} = 14,4 \text{ ciclos/día} \quad (3)$$

Si el camión carga 17,6 Ton por ciclo, suministradas por el cargador frontal CAT570 la producción diaria de un camión se estima en:

$$17,6\text{Ton/Ciclo} * 14,4 \text{ ciclos/día} = 253 \text{ Ton/día} \quad (4)$$

Si se quiere una producción de 2600 Ton diarias, el número de camiones queda determinado por:

$$\frac{2.600\text{Tn}}{253} = 10,27 \text{ Camiones} \quad (5)$$

Dentro de los resultados obtenidos se colocó información sobre las velocidades promedias en los diferentes tramos de la vía (plana, subida y bajada), esta información no es totalmente confiable ya que se obtuvo de un promedio de las velocidades que mostraban los velocímetros de los camiones.

Estos resultados se realizaron para las distintas configuraciones posibles las cuales quedan discriminadas de la siguiente manera:

El número de pases, tiempo de llenado de cada uno de los cargadores para los dos tipos de camiones o equipos de carga y para las distintas rutas a seguir desde las 2 piscinas hasta el patio 2 o botadero del sector 3 e igualmente desde el patio 2 hasta el sector 3 (Ver fig. 14) y desde las líneas hasta el botadero del sector 3 lo que permite calcular los tiempos reales en función de variables tomadas en campo como espera por carga, distancia entre las rutas, velocidades, tiempo de carga de los equipos, eficiencia de los ciclos de los equipos de carga y la producción en ciclos y en toneladas de cada uno de ellos con el fin de establecer las comparaciones entre estos tal y como se muestra en los resultados que se someten a

discusión con Planificación a corto plazo, Operaciones de mina y Transporte planta donde en función a sus experiencias y cargos se plantean ideas con miras a fortalecer el trabajo

Posteriormente se pasa a la fase de graficación y análisis de los mismos que conllevaran a conclusiones puntuales y recomendaciones finales.

(fig. 14) Medición y observación de los tiempos en campo sobre el ciclo de carga y acarreo



Fuente Propia 2010 MLdN

4.2 RESULTADOS

DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO

De los datos recolectados en campo se obtuvo la información para la propuesta de Instrucciones Operacionales y de los reportes de paradas tanto por mantenimiento como las paradas operativas provenientes de los reporte diarios de actividades así como de la verificación en campo: que más adelante se presentara, de igual manera para los cálculos de los circuitos se obtuvo la siguiente información:

A continuación se presenta la información de los datos tomados en campo

Tabla 3. Identificación de Paradas

REGISTRO DE PARADAS PARA LOS EQUIPOS DE CARGA Y ACARREO DE ARENA INDUSTRIAL

CODIGOS E IDENTIFICACION DE LAS PARADAS

PARADAS OPERATIVAS	PARADAS POR MANTENIMIENTO		PARADAS FC
CF CAMBIO DE FRENTE	MANT CORR	MANT PREVENT	LL Lluvia/ Vias h
CO COMIDA O DESCANSO	CM COMBUST	CMME COMP COMB	NB Neblina
CT CAMBIO DE TURNO	LU Lubricacion	AUME Pres Cauchos	
TP TRANSP PERSONAL	AU Cauchos	FRME Frenos, Bandas	
RT REUNION DE TRABAJO	FR Frenos	ENME Refrig Agua	
RE REVISION DE EQUIPO	PO Motor, Caja	POME Motor Caja	
NP NECESIDADES PERS			
AT ATASCAMIENTO			
OP FALTA OPERADOR			

Tomado de: Lista de Chequeo Operativo 2010

- Reporte de paradas en las fechas comprendidas entre el 1 al 5 de Agosto con diferentes operadores para los 5 camiones articulados Terex TA30 durante el 1º turno

Tabla N°4. Reporte diario Terex 2010

REPORTE DIARIO (TEREX)

1ª TURNO

FECHA: 1/8/10			FECHA: 2/8/10			FECHA: 3/8/10			FECHA: 4/8/10			FECHA: 5/8/10		
OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO
Ruben Ramirez		MB-CA-002	Alberto Gomez		MB-CA-001	Fidel Garcia		MB-CA-004	Orangel Martinez		MB-CA-011	Raul Tejera		MB-CA-007
H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO
7:00		RE	7:00		RE	7:00		OP	7:00		OP	7:00		OP
7:05	0:05	TA	7:10	0:10	TA	8:10	1:10	RE	7:05	0:05	TA	8:00	1:00	RE
11:00		CF	11:00		CF	8:15	0:05	TA	8:00		CMME	8:05	0:05	TA
11:10	0:10	TA	11:10	0:10	TA	12:00		CO	8:07	0:07	TA	11:00		CF
11:20		CMME	11:30		CF	1:00	1:00	TA	10:20		CF	11:10	0:10	TA
11:30	0:10	TA	11:40	0:10	TA	2:11		CF	11:10	0:50	TA	12:00		CO
11:30		CF	12:00		CO	2:15	0:04	NEME	11:40		CF	1:00	1:00	TA
11:40	0:10	TA	1:00	1:00	TA	2:20	0:05	TA	11:50	0:10	TA	2:20		FRME
12:00		CO	1:40		CM	3:53		CF	12:00		CO	3:05	0:45	TA
1:00	1:00	TA	1:50	0:10	POME	4:10	0:17	TA	1:00	1:00	TA	4:15		CF
2:11		CF	2:10	0:20	TA	5:00		CF	2:45		CF	4:25	0:10	TA
2:20	0:09	TA	3:53		CF	5:10	0:10	TA	2:55	0:10	TA	5:00		CF
3:53		CF	4:10	0:17	TA	TOTAL	2:51		4:28		CF	5:10	0:10	TA
4:10	0:17	TA	5:00		CF				4:38	0:10	TA	TOTAL	3:20	
5:00		CF	5:10	0:10	TA				TOTAL	2:32				
5:10	0:10	TA	TOTAL	2:27										
TOTAL	2:11													

Tomado de: Fuente propia 2010

Sumatoria de las paradas tanto de mantenimiento como fuera de control y paradas operativas reportadas para esa fecha expresadas en horas para los 5 Camiones Terex TA30

Tabla N° 5 Resultados Terex, 2010)

EQUIPO TEREX	DIA	TURNO	PDA MANT PREV	PDA OPERATIVA	PDA MANT CORRECT	PDA FC	TOTAL HORAS	OPERADOR
MB-CA-001	01/08/2010	DIURNO	0:10	1:57	2:53	0:00	5:30	Fidel Garcia
MB-CA-002	02/08/2010	DIURNO	0:10	2:01	3:22	0:00	5:43	Ruben Ramirez
MB-CA-007	03/08/2010	DIURNO	0:45	2:35	3:11	0:00	7:16	Raul Tejera
MB-CA-011	04/08/2010	DIURNO	0:07	2:25	2:46	0:50	6:15	Orangel Martinez
MB-CA-004	05/08/2010	DIURNO	0:05	2:41	1:22	0:50	5:08	Carlos Chacon
		TOTALES	1:17	11:39	13:34	1:40		

Tomado de: Fuente propia 2010

Reporte de paradas en las fechas comprendidas entre el 9 al 12 de Agosto con diferentes operadores para los 4 Volquetas Mack durante el 1° turno

Tabla N° 6 Reporte diario Volquetas, 2010)

REPORTE DIARIO (GANDOLAS-VOLQUETAS)												
1ª TURNO												
FECHA: 9/8/10			FECHA: 10/8/10			FECHA: 11/8/10			FECHA: 12/8/10			
OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	
Fernando Oliveros		G-63K	Luis Castro		G-64K	Jose Agüero		G-65K	Jose Agüero		G-66K	
H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	
7:00		RT	7:00		OP	7:00		RT	7:00		RT	
7:15	0:15	TP	8:00	1:00	RE	7:15	0:15	TP	7:15	0:15	PT	
7:20	0:05	RE	8:05	0:05	TA	7:20	0:05	RE	7:20	0:05	RE	
8:00	0:40	TA	11:00		CMME	7:30	0:10	TA	7:30	0:10	TA	
11:00		CMME	11:15	0:15	TA	8:40		CF	10:40		CF	
12:00	1:00	CO	1:00		CO	8:50	0:10	TA	10:50	0:10	TA	
1:00	1:00	TA	2:00	1:00	TA	10:05		CF	11:40		CMME	
2:00		CF	4:00		POME	10:15	0:10	TA	11:50	0:10	TA	
2:20	0:20	TA	5:30	1:30	TA	1:00		CO	1:00		CO	
4:40		LL	TOTAL	3:50		2:00	1:00	TA	2:00	1:00	TA	
5:20	0:40					2:11		CF	2:45		CF	
TOTAL	4:00					2:15	0:04	ENME	2:55	0:10	TA	
						2:20	0:05	TA	TOTAL	2:00		
						5:00		CF				
						5:10	0:10	TA				
						TOTAL	2:09					

Tomado de: Fuente propia 2010

Sumatoria de las paradas tanto de mantenimiento como fuera de control y paradas operativas reportadas para esa fecha expresadas en horas para los 4 Volquetas Mack

Tabla N° 7 Resultados Volquetas, 2010)

EQUIPO VOLQUETAS	DIA	TURNO	PDA MANT PREV	PDA OPERATIVA	PDA MANT CORRECT	PDA FC	TOTAL HORAS	OPERADOR
G-63K	09/08/2010	DIURNO	1:00	2:20	3:34	0:40	7:34	Fernando Oliveros
G-64K	10/08/2010	DIURNO	1:45	2:05	2:14	0:50	6:54	Luis Castro
G-63K	11/08/2010	DIURNO	0:05	2:04	3:59	0	6:08	Jose Agüero
G-63K	12/08/2010	DIURNO	0:10	1:50	4:55	0:50	7:45	Jose Agüero
			3:00	8:19	14:42	2:20		

Tomado de: Fuente propia 2010

Reporte de paradas en las fechas comprendidas entre el 1 al 3 de Agosto con diferentes operadores para los 3 Cargadores Frontales durante el 1° turno

Tabla N° 8 Reporte diario Cargadores frontales, 2010)

REPORTE DIARIO (CARGADORES FRONTALES)										
1ª TURNO										
FECHA: 1/8/10			FECHA: 2/8/10			FECHA: 4/8/10				
OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO	OPERADOR		EQUIPO		
Edwin Jaspe		WA 700-001	Randall Vera		D-002	Pablo Suarez		D-001		
H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO	H INICIO	DUR/MIN	CODIGO		
7:00		RT	7:00		RE	7:00		RE		
7:10	0:10	TP	7:10	0:10	TA	7:10	0:10	TA		
7:18	0:08	RE	11:17		CMME	9:00		CMME		
7:28	0:10	HIME	11:27	0:10	TA	9:10	0:10	TA		
8:15	0:47	TA	12:30		CO	1:00		CO		
10:00		C/O	13:30	1:00	TA	2:00	1:00	TA		
12:00		CO	2:50		CMME	5:30		CMME		
12:30	1:00	TP	5:00	1:00	TA	5:35	0:05	TA		
12:40	0:10	TA	7:00		CT	7:00		CT		
3:40		CMME	TOTAL 2:20			TOTAL 1:25				
3:50	0:10	TA								
4:30		CO								
5:00	0:30	LL								
5:30	0:30	TA								
6:15		CMME								
6:25	0:10	TA								
6:45		TP								
7:00	0:15	CT								
TOTAL		3:35								

Tomado de: Fuente propia 2010

Sumatoria de las paradas tanto de mantenimiento como fuera de control y paradas operativas reportadas para esa fecha expresadas en horas para los 3 Cargadores Frontales durante el 1° turno

Tabla N° 9 Resultados Cargadores Frontales, 2010)

CARGADORES FR	DIA	TURNNO	PDA MANT PREV	PDA OPERATIVA	PDA MANT CORRECT	PDA FC	TOTAL HORAS	OPERADOR
WA700-001	01/01/2010	DIURNO	1:07	2:13	6:05	0:00	9:25	Edwin Jaspe
D-002	02/01/2010	DIURNO	1:10	1:10	0:38	0:00	2:58	Randall Vera
D-001	03/01/2010	DIURNO	0:15	1:10	5:35	0:00	7:00	Pablo Suarez
			2:32	4:33	12:18	0:00		

Tomado de: Fuente propia 2010

Luego de obtener esta información se podrá observar la disponibilidad física de los equipos, el número de horas que el equipo estuvo operativo durante 1 turno y las horas trabajadas reales el % de utilización, la eficiencia de los mismos para cada uno de los 3 modelos de equipos

Primeros Resultados obtenidos para los camiones Terex TA30

Tabla N° 10 Resultados Terex, 2010)

PLANIFICADAS	MANTENIM	DISPONIBLES	% D FISICA	PDA OP	PDA FC	TRABAJADAS	% UTILIZACION	% EFICIENCIA
55	14:51	41	73,00%	11:39	1:40	27;07	66%	48,00%
11	2:58	8,42	76,54%	2:19	1:39	4,84	57,00%	43%

Tomado de: Fuente propia 2010

Primeros Resultados obtenidos para los camiones Volquetas Mack

Tabla N° 11 Resultados Volquetas, 2010)

PLANIFICADAS	MANTENIM	DISPONIBLES	% D FISICA	PDA OP	PDA FC	TRABAJADAS	% UTILIZACION	% EFICIENCIA
44:00:00	17:42	26:18:00	59,50%	8:19	2:20	15:39	59%	34,97%
11:00	4:25	6:34:30	57,63%	2:04	0:35	3:54	55,00%	32%

Tomado de: Fuente propia 2010

Primeros Resultados obtenidos para los Cargadores Frontales

Tabla N° 12 Resultados Cargadores Frontales, 2010)

PLANIFICADAS	MANTENIM	DISPONIBLES	% D FISICA	PDA OP	PDA FC	TRABAJADAS	% UTILIZACION	% EFICIENCIA
33:00:00	14:50	18:10	54,00%	4:33	0:00	13:37	73%	39,47%
11:00	4:56	6:03	54,80%	1:31	0:00	4:32	71,74%	39,31%

Tomado de: Fuente propia 2010

Una vez obtenida esta información se procede a calcular las siguientes variables de la siguiente manera:

Tabla N° 13 Resultados CF, 2010)

TABLA COMPARATIVA DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS DE CARGA Y ACARREO											
C FRONTAL	CAP Cuch m3	TON /Cuch	CAMION	CAP CAM/m3	CAP CAM/Ton	Nº PASES	TCargaCAMION	Nº CICLOS/ DIA	Nº CICLOS/TURNO	Tn/DIA	Tn/Turno
WA 700	8	12	TEREX (17,5 m3)	12	19,2	1,5	4,25	141,2	70,6	2710,6	1355,3
			VOLQUETA(22m3)	16	25,6	2	5	120,0	60	3072,0	1536,0
WA 470 o	3,5	5,25	TEREX (28Tn)	14	22,4	4	8	75,0	37,5	1680,0	840,0
			VOLQUETA (35Tn)	17,5	28	5	9,5	63,2	31,6	1768,4	884,2
CAT 950 H	2,5	3,75	TEREX	12,5	20	5	9,5	63,2	31,6	1263,2	631,6
CAT 950 F			VOLQUETA	17,5	28	7	12,5	48,0	24,0	1344,0	672,0
CAT ALQU	5,5	8,25	TEREX	11	17,6	2	5	120,0	60,0	2112,0	1056,0
			VOLQUETA	22	35,2	4	8	75,0	37,5	2640,0	1320,0
				D Ar Tn/m3	Turno/horas	t/Pase(min)	T CAMBIO/C	Horas /Dia	horas/Turno	Prod Dia/Ton	
				1,6	12	1,5	2	10	5	2.600	

Tomado de: Fuente propia 2010

Tabla N° 14 Tiempos de Carga por cada Cargador frontal, 2010)

Equipo Carga	Tiempos		Equipo Acarreo	Tiempo recorrido de camion Cargado/h			Tiempo recorrido de camion Descargado/Horas		
	T Descar/min	T Acomodo		CAMION	P-P2	P2-S3	P-S3	P2-P	S3-P2
WA 700	1	0,5	TEREX (17,5 m3)						
	6	1	VOLQUETA(22m3)						
WA 470 o CAT 950 H	1	0,5	TEREX (22Tn)						
	6	1	VOLQUETA (30Tn)	0,367	0,187	0,553	0,220	0,112	0,332
CAT 950 F	1	0,5	TEREX	22	11,2	33,2	13,2	6,72	19,92
	6	1	VOLQUETA						
CAT ALQU	1	0,5	TEREX						
	6	1	VOLQUETA						

Tomado de: Fuente propia 2010

Tabla N° 15 Resultados Camiones, 2010)

Tiempos de Ciclo por Diferentes Frentes/h			Tiempo T Carga Camion	Tiempos de Ciclo/min			N° Ciclos/Dia por Frentes Frentes			Ton/Dia por Frente			N° Camiones Necesarios/Dia		
P-P2	P2-S3	P-S3		P-P2	P2-S3	P-S3	P-P2	P2-S3	P-S3	P-P2	P2-S3	P-S3	P-P2	P2-S3	P-S3
0,683	0,395	0,981	0,071	40,95	23,67	58,87	14,7	25,3	10,2	281,3	486,7	195,7	9,2	5,3	13,3
0,787	0,499	1,085	0,083	47,2	29,92	65,12	12,7	20,1	9,2	325,4	513,4	235,9	8,0	5,1	11,0
0,745	0,457	1,044	0,133	44,7	27,42	62,62	13,4	21,9	9,6	300,7	490,2	214,6	8,6	5,3	12,1
0,862	0,574	1,160	0,158	51,7	34,42	69,62	11,6	17,4	8,6	325,0	488,1	241,3	8,0	5,3	10,8
0,770	0,482	1,069	0,158	46,2	28,92	64,12	13,0	20,7	9,4	259,7	414,9	187,1	10,0	6,3	13,9
0,912	0,624	1,210	0,208	54,7	37,42	72,62	11,0	16,0	8,3	307,1	449,0	231,3	8,5	5,8	11,2
0,695	0,407	0,994	0,083	41,7	24,42	59,62	14,4	24,6	10,1	253,2	432,4	177,1	10,3	6,0	14,7
0,837	0,549	1,135	0,133	50,2	32,92	68,12	12,0	18,2	8,8	420,7	641,6	310,0	6,2	4,1	8,4

Tomado de: Fuente propia 2010

Tabla N° 16 Distancia y Velocidades promedios, 2010)

Tiempos	Dist Recorridas por los Camiones/ Km			Vel Promedios Km/h	
T espera Cga/min	Dist P-P2/Km	Dist P2-S3/km	Dist P-S3/Km	Vel C Cargado	Vel C Vacio Km/h
1,5	5,5	2,8	8,3	15	25
0,025					
	T Descar/min	T Acomodo	T Descar/h	T Acomodo/h	
	1	0,5	0,017	0,008	
	6	1	0,100	0,017	

Tomado de: Fuente propia 2010

De igual manera se obtuvo el siguiente resultado para la propuesta de las instrucciones operacionales tanto de los articulados TerexTA30 con los cargadores frontales, como de las Gandolas Volquetas Mack con los cargadores frontales, aquí se representa de manera clara cada una de las acciones del operador desde que comienza el turno hasta el fin de este, donde se plasma el resultado de la evaluación en campo de los peligros asociados a las acciones y los riesgos consecuentes así como las debidas protecciones de seguridad, lo que le da una gran importancia al seguimiento de las mismas para la optimización del circuito de la carga y el acarreo de la arena (Ver Anexos).

CAPITULO 5.

5.1 ANALISIS DE RESULTADOS:

Tomando en cuenta que el análisis operativo de los equipos estuvo comprendido entre los días 1 al 11/08/10 tiempo durante el cual los cargadores frontales analizados permanecieron en un 46% no disponible por las distintas paradas operativas y de mantenimiento correctivo, preventivo esto trajo los siguientes resultados:

-El Tiempo real de trabajo por turno en ese tiempo fue de 4,5 horas el cual disminuye la en un 55% la capacidad de producción de los equipos
Es conveniente disminuir al máximo la cantidad de paradas operativas (tiempo de revisión del equipo, charla de seguridad y entradas de cada turno las cuales disminuyen la eficiencia del equipo y del operador

- Logrando esto se elevaría una cantidad de horas trabajadas en un 30% lo cual se traduce aproximadamente en 550 Ton/día adicionales lo cual permitiría estar por encima del margen requerido por planta

-De igual manera otro factor de gran importancia en la producción y enmarcado dentro de las paradas operativas es el de los cambios de frente lo cual disminuye el porcentaje de utilización de los equipos que actualmente está alrededor de un 65% para la arena industrial

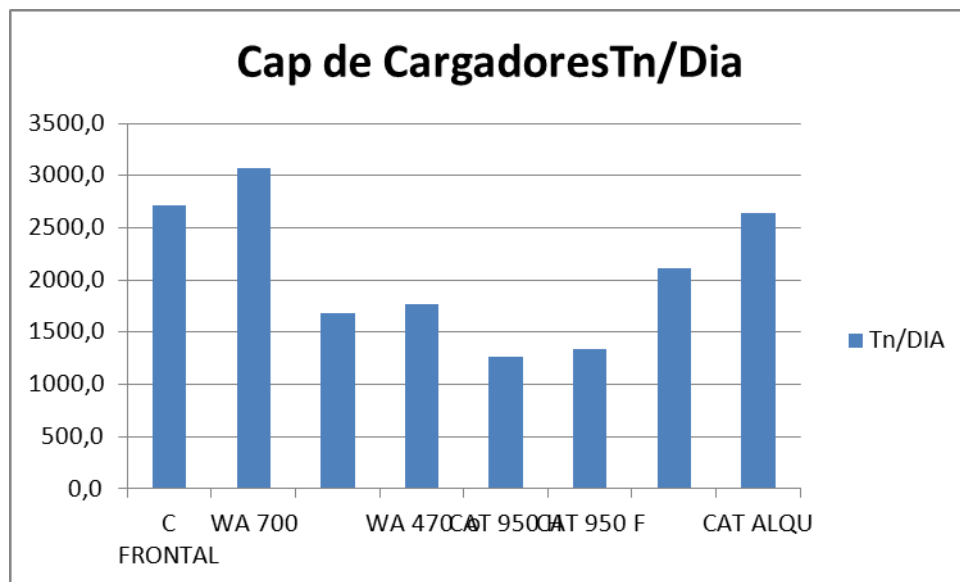
-Este alto número de cambios de frente durante el día trae como resultado el rompimiento programado de los ciclos de carga y acarreo de la arena industrial lo cual hace imposible planificar un numero diario de toneladas dejando el proceso a la sobre marcha

-Este movimiento constante de los equipos influye sobre las paradas por mantenimiento ya que el desgaste de los equipos es mayor por el traslado de los mismos por los distintos frentes

-Por este motivo se recomienda disponer 2 equipos 1 Terex y una Gandolas preferiblemente para el acarreo de las distintas escorias y no romper el ciclo de carga de la arena lo cual se traduce en una subida del porcentaje de utilización de los equipos para la arena industrial de 15% que sumado con el 25 % de las paradas operativas sumaria un 35 % del tiempo planificado y aprovechado

-Lo cual permitiría incrementar las horas diarias trabajadas por turno a 8 horas lo que se traduce en 3105 Ton al día (ver fig. 15)

(fig. 15) Grafico Capacidad de cargadores en función del tiempo



Tomado de: Fuente propia 2010

-El uso de las Gandolas para la arena industrial desde la piscina hasta patio 2 o hasta el botadero del sector 3 tiene un 65% de eficiencia ya que la tolva posterior solo acarrea el 20% de la capacidad de la misma por motivos de tracción en el tramo comprendido de la vía el cual se encuentra en mal estado

Es por ello que es de vital importancia el acondicionamiento de las vías desde la planta hacia la mina agregando granzón con el fin de evitar que los cauchos se peguen y deslicen

-Es por ello que se recomienda que las volquetas sean usadas al máximo tal y como está planificado al principio desde patio 2 hasta el botadero del sector 3 que usando el cargador frontal WA700 es capaz de mover aproximadamente 3072 toneladas diarias desde patio 2 a sector 3

Es de vital importancia que al comienzo del turno el cargador frontal dispuesto sea uno de mayor capacidad al de 2,5 m³ ya que esto trae como resultados retrasos en el proceso por las grandes colas que se tienen que hacer para el llenado de los equipos con la capacidad del cucharón de este cargador

Otro detalle de vital importancia es que los operadores sigan al pie de la letra las instrucciones operacionales de su equipo ya que el desacato de estas compromete su seguridad e influyen en el tiempo operativo del equipo

-Esto se traduce en un correcto llenado de los reportes diarios de actividades los cuales en la revisión se encuentran en la gran mayoría de los casos incompletos motivo por el cual es imposible corroborar una información con dichos reportes ya que en muchos casos no es reportado ni siquiera el tiempo para CMME

-Dichos reportes diarios de actividades al finalizar el turno deben estar firmados por el operador tal y como se especificó en las instrucciones operacionales

-A la hora del llenado de los equipos en cualquiera de las 2 líneas hay una diferencia en el número de pases de 3 entre el llenado con el CF CAT 950F (2,5m³) y el CAT adquirido (5,5m³) lo que trae como resultados una cantidad de volumen de 3m³ por cucharón lo que da una diferencia de 57 ciclos /día que a su vez representa una cantidad de 1296 ton/día

-Dicha información debería servir en gran ayuda para llevar un registro diario de las actividades de transporte de planta en el sistema TECMINE ya que actualmente esta información no se encuentra en ninguna base de datos

5.2 RECOMENDACIONES

-Tomando en cuenta que el análisis operativo de los equipos estuvo comprendido entre los días 1 al 11/08/10 tiempo durante el cual los cargadores frontales analizados permanecieron en un 46% no disponible por las distintas paradas operativas y de mantenimiento correctivo, preventivo esto trajo los siguientes resultados:

-El Tiempo real de trabajo por turno en ese tiempo fue de 4,5 horas el cual disminuye la en un 55% la capacidad de producción de los equipos
Es conveniente disminuir al máximo la cantidad de paradas operativas (tiempo de revisión del equipo, charla de seguridad y entradas de cada turno las cuales disminuyen la eficiencia del equipo y del operador

-Logrando esto se elevaría una cantidad de horas trabajadas en un 30% lo cual se traduce aproximadamente en 550 Ton/día adicionales lo cual permitiría estar por encima del margen requerido por planta

-De igual manera otro factor de gran importancia en la producción y enmarcado dentro de las paradas operativas es el de los cambios de frente lo cual disminuye el porcentaje de utilización de los equipos que actualmente está alrededor de un 65% para la arena industrial

-Este alto número de cambios de frente durante el día trae como resultado el rompimiento programado de los ciclos de carga y acarreo de la arena industrial lo cual hace imposible planificar un numero diario de toneladas dejando el proceso a la sobre marcha

-Este movimiento constante de los equipos influye sobre las paradas por mantenimiento ya que el desgaste de los equipos es mayor por el traslado de los mismos por los distintos frentes

-Por este motivo se recomienda disponer 2 equipos 1 terex y una Gandola preferiblemente para el acarreo de las distintas escorias y no romper el ciclo de carga de la arena lo cual se traduce en una subida del porcentaje de utilización de los equipos para la arena industrial de 15% que sumado con el 25 % de las paradas operativas sumaria un 35 % del tiempo planificado y aprovechado lo cual permitiría incrementar las horas diarias trabajadas por turno a 8 horas lo que se traduce en 3105 Ton al día

-El uso de las Gandolas para la arena industrial desde la piscina hasta patio 2 o hasta el botadero del sector 3 tiene un 65% de eficiencia ya que la tolva posterior solo acarrea el 20% de la capacidad de la misma por motivos de tracción en el tramo comprendido de la vía el cual se encuentra en mal estado

Es por ello que es de vital importancia el acondicionamiento de las vías desde la planta hacia la mina agregando granzón con el fin de evitar que los cauchos se peguen y deslicen

-Es por ello que se recomienda que las volquetas sean usadas al máximo tal y como está planificado al principio desde patio 2 hasta el botadero del sector 3 que usando el cargador frontal WA700 es capaz de mover aproximadamente 3072 toneladas diarias desde patio 2 a sector 3

-Es de vital importancia que al comienzo del turno el cargador frontal dispuesto sea uno de mayor capacidad al de 2,5 m³ ya que esto trae como resultados retrasos en el proceso por las grandes colas que se tienen que hacer para el llenado de los equipos con la capacidad del cucharón de este cargador

-Otro detalle de vital importancia es que los operadores sigan al pie de la letra las instrucciones operacionales de su equipo ya que el desacato de estas compromete su seguridad e influyen en el tiempo operativo del equipo

Esto se traduce en un correcto llenado de los reportes diarios de actividades los cuales en la revisión se encuentran en la gran mayoría de los casos incompletos motivo por el cual es imposible corroborar una información con dichos reportes ya que en muchos casos no es reportado ni siquiera el tiempo para CMME

Dichos reportes diarios de actividades al finalizar el turno deben estar firmados por el operador tal y como se especificó en las instrucciones operacionales

A la hora del llenado de los equipos en cualquiera de las 2 líneas hay una diferencia en el número de pases de 3 entre el llenado con el CF CAT 950F (2,5m³) y el CAT adquirido (5,5m³) lo que trae como resultados una cantidad de volumen de 3m³ por cucharón lo que da una diferencia de 57 ciclos /día que a su vez representa una cantidad de 1296 ton/día

Dicha información debería servir en gran ayuda para llevar un registro diario de las actividades de transporte de planta en el sistema TECMINE ya que actualmente esta información no se encuentra reflejada en ninguna data

Es de suma importancia el trabajo con las comunidades ya que mediante este se garantiza el retiro de este material de los patios temporales y puede retomarse la devolución de estos espacios llevándolos nuevamente a sus condiciones iniciales, con el fin de reforestación y reinscripción a la flora y fauna local lo que garantiza y humaniza el papel de la minería en esta zona, actualmente la empresa lleva a cabo ensayos para la reforestación de los taludes a través de la aplicación de productos químicos orgánicos que garantizan el crecimiento de la vegetación propia de la zona (Ver anexos), asimismo lleva a cabo ensayos de control de polvo en la vías de las minas con el fin de evitar la contaminación del aire de vientos abajo en la mina en dirección norte que puedan afectar la población de Tiara, Araiza y Tejerías. (Ver Anexos)

CAPITULO 6

6.1 CONCLUSIONES

Una vez realizado el estudio y obtenidos los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

El tiempo de carga de los camiones va a depender de la eficiencia del operador pero también en mayor grado de la capacidad del cucharón del cargador frontal, ya que a mayor capacidad del cucharón el equipo de acarreo efectúa su ciclo con mayor libertad y en menor tiempo.

-Otro factor que influye en los tiempos de carga son las condiciones del terreno de las líneas ya que el bote agua de las piscinas y la que posee la arena compromete las condiciones de la vía lo que produce retrasos en las Gandolas a la hora de ingresar a ser cargadas ya que se pueden quedar atascadas lo que compromete los tiempos de ciclo ya que se deben detener las operaciones para que el cargador saque del sitio aquí tampoco deja de ser importante es la experiencia de los operadores.

El reporte de las paradas operativas no es continuo por la mala comunicación que existe entre Los supervisores de las contratistas así como de los supervisores de la empresa.

Las paradas realizadas por los equipos de carga no son consideradas por los operadores de los camiones si al momento de llegar al frente esta se esta llevando a cabo el llenado de un equipo y menos si la misma es menor al minuto. Otra parada que afecta los tiempos de ciclo es que si al llegar al frente de carga, el equipo que se esta cargando le faltan una o dos paladas,

-La condición de los frentes, en muchos casos la humedad afecta el posicionamiento y la salida de los equipos cargados, muchas veces se corren riesgo de atascamiento. Un factor importante en este caso es la habilidad del operador para manipular el equipo en este tipo de condiciones.

-El mantenimiento de los equipos que operan en la mina no es el adecuado en el momento que lo requiere sino que el mismo se lleva a cabo en el momento que el equipo llega a sus extremas condiciones lo que conlleva a un aumento prolongado de las paradas por mantenimiento correctivo.

-Los tiempos de acarreo se ven afectados por los factores como el perfil de la vía que influye directamente las velocidades requeridas para el transporte sobre todo en el tramo desde las líneas hasta 320 donde las condiciones de la vía son deplorables sobre todo en época de lluvias

Por lo que se recomienda regar piedra picada en las vías o granzón en ese tramo ya que es este el que más se ha dañado por el continuo paso de los roqueros y de las volquetas en la mayoría de las veces botando agua

Se debe exigir en gran medida que los operadores de los cargadores frontales al momento del llenado no lo hagan con el agua del piso sino con la arena para evitar que los camiones aceleren el deterioro de la única vía de acceso a la mina Articulados

Todos los parámetros antes mencionados y las diversas condiciones evaluadas van afectar directamente el parámetro más importante dentro de cualquier empresa minera La Productividad y por ende los costos. Eso sin mencionar el factor lluvia que es parámetro que se escapa de nuestras manos pero para la cual se puede optimizar al momento de la planificación.

Para concluir las operaciones mineras van a depender de una cantidad de parámetros unos controlables al momento de planificar y otros que se pueden evaluar como las paradas operativas y establecer medidas para un mayor control. En caso de la lluvia que es incontrolable la planificación deberá incluir estrategias de emergencia para solventar la situación en el menor tiempo posible.

-El uso planificado del circuito depende de las paradas operativas que tengan los equipos en los distintos frenes es por ello que se recomienda fijar 2 equipos solo para el resto de la escoria o carbón o pellas etc. con el fin de tener siempre la flota disponible para liberar las piscinas de la arena industrial y no permitir acumulación de esta en los patios temporales.

-Considerar la creación de una base de datos para los equipos de transporte de planta tal cual y como existe para los equipos de la mina con el fin de mejorar la comunicación en las operaciones. La mala comunicación es uno de los motivos por los cuales muchas paradas operativas no son reportadas.

-Respecto al mantenimiento de los equipos, se debe realizar la revisión del mismo de manera supervisada así como indica el mantenimiento preventivo cada 250, 500, 1000 y 1500 horas para así obtener un mayor rendimiento durante el turno, cada operador deberá reportar la falla una vez dejado el equipo y al momento de abordarlo en el próximo turno deberá corroborar que la misma fue solventada.

-El mantenimiento de la vía principal de la mina debe ser programado de acuerdo a las condiciones que presenta la misma. Para ello se le debe hacer una evaluación continua de manera detallada tomando en cuenta las condiciones físicas.

- Considerar la utilización del riego experimental de la empresa con miras a minimizar el polvo en las vías de la mina contribuyendo de esta forma al cuidado del aire que en dirección norte recae sobre las adyacencias de Tiara, Araiza y Tejerías.

6.2 BIBLIOGRAFIA

-OPERACIONES MINERAS, Alex Villanueva, Guía de estudio, Universidad central de Venezuela 2002. pp 87.

-REPORTES DIARIOS DE LOS EQUIPOS, Cooperativa Diamante, Minera Loma de Níquel (2010)

-REPORTES DIARIOS DE LOS EQUIPOS, Construcciones Martins C.A, Minera Loma de Níquel (2010)

-REPORTES DIARIOS DE LOS EQUIPOS, Transporte Guzmán C.A, Minera Loma de Níquel (2010)

-SISTEMA TECMINE, Actividades por equipos, clase mantenimiento correctivo, 30/08/2010, Minera Loma de Níquel (2010)

-LABORATORIO, Minera Loma de Níquel (2010)

-DEPARTAMENTOS DE PLANIFICACIÓN DE MINA A LARGO Y CORTO PLAZO, DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, TRANSPORTE DE PLANTA, OPERACIONES DE MINA. Minera Loma de Níquel. (2010)

- FEASIBILITY ESTUDY LOMA DE HIERRO PROYECT, 2000. Minera Loma de Níquel. (2010)

- MINERIA Y PETROLOGIA, GUIA DE ESTUDIO. FI/UCV. (2002)

- INTRANET, MINERA LOMA DE NIQUEL. (2011)

(ANEXOS)

MANUAL DE INTRUCIONES OPERACIONALES

CAMIONES ARTICULADOS TEREX TA- 30 Y GANDOLAS

MACK 40

Y CARGADORES FRONTALES

MLDN 2010

Tabla N° 17 Conducción de los Camiones, 2010)

CONDUCCION, POSICIONAMIENTO Y CARGA DE LOS ARTICULADOS (TEREX)									
Descripción	Quien Ejecuta	Tiempo (min)	Equipo/ Materiales	Peligros	Riesgos	Frecuencia	Severidad	Controles/EPP	
1. Este atento a la charla de Seguridad dictada por su Lider de grupo al Comenzar el turno	Operadores	5 min	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Permanecer Atento/Tomar Conciencia	
1.1. Colocarse el equipamiento necesario para la tarea que se va a realizar	Operador de Articulado	N/A	Lista de Chequeo/ Instructivo Operacional/AST	N/A	N/A	N/A	N/A	Adiestramiento/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad	
1.2. Realice una lista de chequeo del equipo según su manual operativo o AST.	Operador de Articulado			N/A	N/A	Bajo	Bajo	Visualizar área	
1.3. En caso de que usted juzgue que el vehiculo no puede seguir en funcionamiento,comunique a su supervisor y detenga el equipo				N/A	N/A	Bajo	Bajo	Adiestramiento/Visualizacion	
1.4. De lo contrario, quite el freno de parada verifique por lo espejos retrovisores, suene la bocina 3 veces, la presencia de obstaculos antes de iniciar la marcha, circule siempre por su mano derecha, prenda				Operador de Articulado	Personas Alrededor	Golpe al contacto entre equipos, Arrollamiento, Colision	Media	Baja	Visualizar area/Adiestramiento, Tocar la Bocina,Atento a la tarea
1.5. Este atento a las salidas de las vias internas y señales de precaucion, en caso de (noche o neblina, lluvia o polvo)					Condiciones Atmosfericas (lluvia,Neblina, Nocturno,Polvo),Poca visibilidad	Colision, Volcamiento	Baja	Media	Comunicación por radio, Encendido de Luces/ tocar la Bocina
1.6. Dirigase al area de carga (5 a 10 km/h)Observe la situación de cada uno de los equipos que alli se encuentren.	Operador de Articulado				(Estructuras en el Area, Personas Alrededor, Livianos y Pesados)	Golpe al contacto entre equipos, Arrollamiento, Colision contra estructuras Escape de Gases,	Media	Media	Adiestramiento/Distancia prudente de separación/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas,Lentes)/Uso de dispositivos de seguridad
1.7. Este atento a las instrucciones que se le están dando vía radio a cada uno de los equipos presentes para que no haya cruce de información				Interferencia de la Radio, Cambio de Canal	Golpe al contacto entre equipos, Arrollamiento, Colision	Baja	Baja	Comunicación por radio	
1.8. Defina la mejor posición para la espera del camión si fuese el caso e informe de su llegada.				Camion Articulado (terex) Espejos Retrovisores,Radio,	N/A	N/A	Media	Media	Comunicación con Base Cero/Radio,Cinturon de Seguridad, Cauchos
1.9. Este atento al llamado del operador del cargador frontal para su posicionamiento en el área de carga, para ello retroceda lentamente y paralelamente al cargador frontal observe por los espejos retrovisores el posicionamiento de la Pala espere la señal de detención del equipo dada vía radio o señal acustica por el operador del cargador frontal.					Operador de Articulado/Cargador Frontal.	Ruido,Mala Visibilidad	Golpe al contacto entre equipos, Colision, Atascamiento	Bajo	Bajo
1.10. Colocar el freno de parqueo	Operador de Articulado			1.30 min CF WA 700./ 3.5 min CF CAT 950 H (Aprox)	N/A	N/A	Bajo	Bajo	Accionamiento del freno
1.11. Reciba la carga		Ubicación en la Cabina del Vehiculo	Golpe con el Brazo Mecanico		Bajo	Bajo	Comunicación por radio/Atento / Permanecer en la Cabina		
1.12. Desactive el freno de parqueo cuando el operador del cargador frontal le indique por el radio que ya se realizo la carga y no se baje del equipo ni exponga las extremidades por la ventanas al terminar la carga indique por radio su salida del area		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Comunicación por radio		
1.13. Indique vía radio y por señal acustica que esta saliendo del área de carga.	Operador de Articulado	N/A	Mala visibilidad, Polvo	Colision, Deslizamiento, Atascamiento	Alta (Botadero)	Alta Media	Comunicación por Radio/Toque de Bocina,Visualizacion/ Baja Velocidad		

ACARREO DE LA ARENA INDUSTRIAL CON LOS ARTICULADOS (TEREX)								
Descripción	Quien Ejecuta	Tiempo (min)	Equipo/ Materiales	Peligros	Riesgos	Frecuencia	Severidad	Controles/EPP
3. Al recibir la señal acustica o por radio del fin de la carga Verifique por los espejos retrovisores la presencia de obstaculos o personal cerca del vehiculo antes de iniciar la marcha	Operador de Articulado	NA	Camion Articulado (terex)	Personas, o Vehiculos pesados o Livianos en el Area	Colisiones , Aplastamiento, Arrollamiento	Alta	Alta	Visualizar area/Adiestramiento/Precaucion, Alarma de Retroceso, Luces del Equipo
3.1. Verifique que no haya otro equipo entrando o esperando para la carga e insertese en la via.				Personas, o Vehiculos pesados o Livianos en el Area	Colisiones , Aplastamiento, Arrollamiento		Alta	Visualizar area/Adiestramiento/Comunicacion por Radio
3.2. Una vez cargado el camion con arena industrial en los patios temporales inicie su recorrido por las vias de la mina hacia el area de trituracion primaria y mantener una distancia minima de 50 km/h Desplácese por la vía principal de la mina a una velocidad no mayor a los 30 Km/h. Debe circular siempre por su derecha (recuerde mantener las luces del equipo encendidas durante todo el travecto).		17 min de linea 1 a patio 2/ 13 min de patio 2 a botadero / 31 min de linea 1 a botadero (aprox).		Personas, o Vehiculos pesados o Livianos en el Area/Distancia Prudente de defensas/Via en mal Estado/Lluvia/ Derrame de Arena Industrial	Colisiones , Aplastamiento, Arrollamiento, Salida de la Via, Volcamiento	Alta	Alta	Adiestramiento/Distancia prudente de separación/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad/Cumplimiento de la regla de oro Nº 6
3.3. Detenga el camión frente a la cabina de control de trituración primaria, cambie la frecuencia del radio trasmisor al canal de Operaciones Mina y espere a ser autorizado para el ingreso hacia la Mina.	Operador	2 min	camion / radio transmisor	maquinarias / vehiculos en la via	colision	Bajo	Alta	Cumplimiento de Regla de Oro Nº 6/Uso de dispositivos de seguridad/Certificación del Operador
3.4. Si ocurre algún desperfecto mecánico que tenga que detener el vehículo comunique directamente vía radio a base cero al supervisor de planta para que los demás conductores estén al tanto de la ubicación y tomen las medidas preventivas. Es de vital importancia que las maniobras de detenimiento de los equipos se realicen en un lugar seguro donde no entorpezca el libre transito de la vía de la mina, si así fuere el caso.	Operador del Cargador Frontal/Seguridad Industrial	NA	Cargador Frontal/Seguridad industrial	Vehiculos pesados o Livianos en el Area /Radio en canal Incorrecto	Colisiones , Aplastamiento, Arrollamiento, Salida de la Via, Volcamiento	Bajo	Alta	Adiestramiento/Distancia prudente de separación/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad/Comunicación por Radio
3.5. En caso de accidente comuníquese inmediatamente con su supervisor o con seguridad industrial, Siga las instrucciones de las AST	Operador de Articulado			Exceso de Proactividad, Perder el Control de la Situacion	Daños al vehiculo o al Personal Afectado,	Bajo	Medio	Comunicación por radio /Regla de Oro nº 1
3.6. Comunique por radio la entrada a la zona de descarga		Camion Articulado (terex)	Vehiculos pesados o Livianos Saliendo o Entrando del Area /Radio en canal Incorrecto	Colisiones , Aplastamiento, Arrollamiento, Salida de la Via, Volcamiento	Medio	Medio	Adiestramiento/Distancia prudente de separación/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad/Cumplimiento de la regla de oro Nº 6	

Tomado de: Fuente propia

Tabla N° 18 Conducción de los Cargadores Frontales, 2010)

CONDUCCION Y OPERACIONES DEL CARGADOR FRONTAL PARA ARTICULADOS (TEREX)								
Descripción	Quien Ejecuta	Tiempo (min)	Equipo/ Materiales	Peligros	Riesgos	Frecuencia	Severidad	Controles/EPP
1. Este Tanto a la charla de Seguridad dictada por su Lider de grupo al Comenzar el turno	Operadores	5 min	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Permanecer Atento/ Tomar Conciencia
1.1. Colocarse el equipamiento necesario para la tarea que se va a realizar	Operador del Cargador Frontal	N/A	Cargador Frontal	N/A	N/A	N/A	N/A	Adiestramiento/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad
1.2. Realice una lista de chequeo del equipo según su manual operativo o AST.				Equipo/Desnivel	Caida/Choque Electrico	Bajo	Bajo	Visualizar área
1.3. En caso de que usted juzgue que el vehiculo no puede seguir en funcionamiento,comunique a su supervisor y detenga el equipo				N/A	N/A	Bajo	Bajo	Adiestramiento/Vi sualizacion
1.4. De lo contrario, quite el freno de parada verifique por lo espejos retrovisores, suene la bocina 3 veces, la presencia de obstaculos antes de iniciar la marcha, circule siempre por su mano derecha, prenda				Estructuras en el Area, Personas Alrededor	Golpe al contacto entre equipos, Arrollamiento, Colision	Media	Baja	Visualizar area/A diestramiento, Tocar la Bocina,Atento a la tarea
1.5. Este atento a las salidas de las vias internas y señales de precaucion, en caso de (noche o neblina, lluvia o polvo)				Condiciones Atmosfericas (Lluvia,Neblina, Nocturno,Polv o),Poca visibilidad	Colision, Volcamiento	Baja	Media	Comunicación por radio, Encendido de Luces/ tocar la Bocina
2.6. Dirigase al area de carga En caso de perder la estabilidad del vehiculo baje y articule el balde contra el piso haciendo poca presion hasta detener el vehiculo				Estructuras en el area, Personas Alrededor, Livianos y Pesados), Perdida de Frenos	Golpe al contacto entre equipos, Arrollamiento, Colision, Rotura de Ductos,	Medio	Bajo	Adiestramiento/Di stancia prudente de separación/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad
2.7. Observe el área de carga y de la situación de cada uno de los equipos que allí se encuentran.				Operador del Cargador Frontal/Opera dor de Articulado	N/A			
2.8. Este atento a las instrucciones que se le están dando vía radio a cada uno de los equipos presentes para que no haya cruce de información	Operador del Cargador Frontal	N/A	Cargador Frontal	Interferencia de la Radio, Cambio de Canal	Colision, Deslizamiento, Atascamiento o Comunicacion	Bajo	Bajo	Comunicación por radio/ Precaucion/ Retrovisores
2.9. Coloque el balde con el material en alto, a la vista del retrovisor del camion para que le sirva de guia en la maniobra de retroceso, Posicione el equipo de carga de manera que la				Movimientos del Equipo/A diestramiento	Golpe al contacto entre equipos, Coli sion	Bajo	Bajo	Adiestramiento/Vi sualizar el Area/ Precaucion
2.10. Ataque el material, llene el balde (seleccione con el cucharon el material seco, linea 1y 2) y gire a la posicion de descarga				Movimientos del Equipo/A diestramiento	Golpe al contacto entre equipos, Estructuras, Arrollamiento	Media	Bajo	Adiestramiento/Di stancia prudente de separación
2.12. Coordine por comunicación radial (si tiene radio) con el conductor del camion la maniobra de carga procurando que este siempre a la vista de los retrovisores del mismo	Operador de Articulado/Ca rgador Frontal.	0,30 min	Camion Articulado/Cargad or Frontal.	Movimientos del Equipo/A diestramiento	Choque de la Tolva del Articulado con El Balde del Cargador	Media	Media	Comunicación por radio/Observar por el Retrovisor
2.13. Avise al conductor del camion del termino de la maniobra de retroceso con una señal acustica			Cargador Frontal.	Movimientos del Equipo	Choque de la Tolva del Articulado con El Balde del Cargador	Media	Baja	Comunicación por radio/Observar por el Retrovisor/Perma necer Atento
2.14. Baje el brazo hidraulico del equipo al nivel de la tolva del camion, suelte el material, levante el brazo y frenele brevemente para producir una vibracion que suelte parte de la carga muerta que esta adherida al balde (si tiene) y vuelva nuevamente al punto de ataque.		0,30 min	Cargador Frontal.	Movimientos del Equipo	Choque de la Tolva del Articulado con El Balde del Cargador, Bote de Arena Industrial	Media	Baja	

2.15 En el proceso de carga del camión se debe distribuir el material ya depositado a lo largo de la caja del camión, desde el centro a los extremos	Operador del Cargador Frontal	1.30 min CF WA 700./ 3.5 min CF CAT 950 H (Aprox)	Cargador Frontal	Movimientos del Equipo	Choque de la Tolva del Articulado con El Balde del Cargador.	Media	Baja	Visualizar area/A diestramiento		
2.16. Continúe con el mismo proceso hasta que el material llegue a unos 30 cm del borde de la caja para que así se evite el derrame de material (Arena industrial) en el transporte				Interferencia de la Radio, Cambio de Canal/Movimientos del Equipo	Choque de la Tolva del Articulado con El Balde del Cargador.	Media	Media	Visualizar area/A diestramiento		
2.17. Avise por radio o con una señal acústica el fin de la carga del equipo espere la llegada del siguiente equipo y repita el proceso				Interferencia de la Radio, Cambio de Canal/Señal Acústica/ Visualizar el	Bote de Arena Industrial	Media	Baja	Comunicación por radio/ Permanecer Atento		
2.18 Durante la operación del vehículo en general no cargue material abrasivo o sustancias químicas peligrosas o material a altas temperaturas que puedan afectar al equipo o a usted				N/A	Cargador Frontal	Químicos, Altas Temperaturas, Material Corrosivo	Dañar el Mecanismo Hidráulico del Equipo, Derrame de Químicos y Material a altas Temperatura	Media	Alta	Visualizar area/A diestramiento /Precaución, Seguir las Normas/ Informar a Seguridad Industrial para Verificar la Temperatura y
2.19. No sobrecargue el balde ya que puede producir daños al equipo, este pendiente de la altura y ancho de las estructuras, evite choques innecesarios						Balde a Sobre capacidad, Obstáculos en el Area (Ductos, Estructuras,	Dañar el Mecanismo Hidráulico del Equipo, Rotura de Ductos, y de estructuras	Bajo	Media	Visualizar area/A diestramiento /Distancia Prudente de Obstáculos/ Precaución/Regla de oro n° 7
2.20. No opere donde se encuentren cargas suspendidas sobre su área de operación, y haya una gran generación de partículas gaseosas o neblina, la pérdida de visibilidad puede producir accidentes						Sólidos a Alturas, Neblina Gases provenientes de reacciones químicas, Polvo en el Area	Desprendimiento de Sólidos, Daños al equipo y su Persona Perdida de la visión Temporal	Bajo	Medio	Visualizar area/A diestramiento /Distancia Prudente de Obstáculos/ Precaución/Regla de Oro n° 4
2.21. Opere con cuidado en vías húmedas en las cuales se puede presentar problemas de atascamiento o pueda golpear personas o estructuras por deslizamiento del equipo, si la vía está en mal estado desplácese a baja velocidad.				Operador del Cargador Frontal/Seguridad industrial	Velocidad Promedio de 10 km/h	Cargador Frontal	Vía Húmeda y Fangosa, Agua en los Alrededores	Deslizamiento, Atascamiento, Colisiones	Medio	Medio
2.22. En caso de accidente comuníquese inmediatamente con su supervisor o con seguridad industrial, no debe mover el vehículo, en caso de haber lesionados informe a seguridad o servicio médico (canal 15 de la radio) espere la llegada del personal calificado.	Sólidos a Alturas, Neblina Gases provenientes de reacciones químicas, Polvo en el Area, Vía Húmeda y Fangosa, Agua en los	Desprendimiento de Sólidos, Daños al equipo y su Persona Perdida de la visión Temporal, Choque,	Bajo				Medio	Comunicación por radio/A diestramiento/Distancia prudente de separación/E.P.P.(Casco, Guantes PVC, Botas)/Uso de dispositivos de seguridad/Reducción de Velocidad		
2.23 Al término de su servicio, si así fuere, notifique al supervisor y llene el "registro de Actividades de transporte interno" Si ha llegado el fin de su turno de trabajo, diríjase al galpón del taller de vehículos de planta, estacione su equipo convenientemente y realice una inspección del mismo.	Operador del Cargador Frontal	N/A	Cargador Frontal	Vehículos en la Vía, Pendiente Inclinada, Agua en la Vía, Personas en el Sitio	Deslizamiento, Atascamiento, Colisiones, Coleo del equipo	Bajo	Medio	Comunicación por radio/ Corneta/ Luces del equipo Encendidas		

Tomado de: Fuente propia 2010

PRUEBAS DE REFORESTACIÓN DE TALUDES CON PASTO ORGÁNICO.



Fig. 1 Pasto Orgánico



Fig. 2 Colorante vegetal



Fig. 3 Solucion



Fig. 4 Método de Aspersión



Fig. 5 Reforestación de Bermas



Fig. 6 Reforestación de Talud

ENSAYOS DE SUPRESOR DE POLVO SOBRE LAS VIAS DE LA MINA



Fig. 7 Equipos (EPP)



Fig. 8 Aspersión en Vías



Fig. 9 Aspersión en Vías

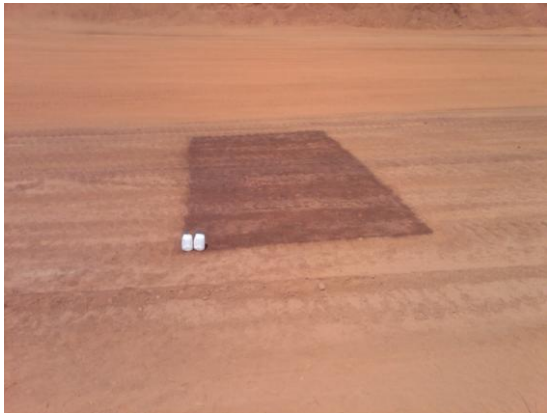


Fig. 10 Prueba Modelo



Fig. 11 Prueba Real



Fig. 12 Cantidad de Polvo