

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y
METALÚRGICA**



**MEJORAMIENTO DE PERFORMANCE DE RENDIMIENTO
DE NEUMÁTICOS DE CAT 789A&B Y 793D
CERRO VERDE**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERIA DE MINAS

PRESENTADO POR:

GERARDO WILLIAM MAURICIO QUIQUIA

**LIMA – PERÚ
2009**

INDICE

	Pág
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
INTRODUCCIÓN	iii
RESUMEN	iv
PROLOGO	v
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. UBICACIÓN	1
1.2. ACCESIBILIDAD	2
1.3. RESEÑA HISTÓRICA	3
1.4. ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA GENERAL	6
CAPITULO II: GEOLOGÍA	7
2.1. GEOLOGIA REGIONAL	7
2.2. GEOLOGIA LOCAL	7
2.3. ESTRATIGRAFIA	8
2.4. MINERALIZACIÓN	9
2.5. MINERALIZACIÓN HIPÓGENA	9

2.6. MINERALIZACIÓN SUPÉRGENA	9
2.6.1. ZONA DE ENCAPE LIXIVIADO	10
2.6.2. ZONA DE ÓXIDOS	10
2.6.3. ZONA DE ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO	10
2.6.4. ZONA PRIMARIA	11
2.6.5. ZONAS TRANSICIONALES	11
CAPITULO III: PLANEAMIENTO MINA	12
3.1. PLANEAMIENTO A CORTO PLAZO	12
3.1.1. PROCESO DE CONTROL DE MINERAL	12
3.1.2. CONTROL DE CALIDAD Y PLANEAMIENTO	13
3.1.3. PROCESO DE CORTO PLAZO	14
3.2. PLANEAMIENTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA	15
3.3. PLANEAMIENTO DE MINA A LARGO PLAZO	16
3.4. ADMINISTRACIÓN DEL DISPATCH	16
3.4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA	17
3.4.2. OTROS BENEFICIOS DE INTELLIMINE DISPATCH	19
3.4.3. MEJORAMIENTO DEL CARGUÍO Y PERFORACIÓN CON SISTEMA GPS DE ALTA PRECISIÓN	20
CAPITULO IV: PROCESOS OPERATIVOS	26
4.1. OPERACIONES MINA	26
4.1.1. INTRODUCCIÓN	26
4.1.2. ORGANIGRAMA	28
4.1.3. MAPEO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MINERAL	30
4.1.4. EXTRACCIÓN DE MINERAL A TAJO ABIERTO	31
4.1.5. CAPACITACIÓN DE PERSONAL DE MINA	37
4.1.6. DISPONIBILIDAD MECANICA, UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA EFECTIVA	37

4.2. OPERACIONES METALURGICAS	39
4.2.1. CHANCADO DE SULFURO PRIMARIO	39
4.2.2. CHANCADO DE SULFURO SECUNDARIO	39
4.2.3. LIXIVIACION	40
4.2.4. SX/EW	40
4.3. INSTALACIONES AUXILIARES	41
4.3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA	41
4.4. MANEJO DE RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES DE LAS OPERACIONES	42
 CAPITULO V: MEJORAMIENTO DEL PERFORMACE DE RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS DE CAT 789A&B Y 793D	 43
5.1. GESTIÓN DE CONTROL DE NEUMÁTICOS	43
5.1.1. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA	43
5.1.2. LÍNEA BASE	44
5.1.3. META EXTENDIDA	44
5.1.4. ALCANCE	44
5.1.5. BENEFICIOS ESPERADOS	44
5.1.6. DIAGRAMA DE PARETO-INCIDENCIA DE CORTES EN NEUMÁTICOS	45
5.1.7. ESTADÍSTICA DE NEUMÁTICOS DADAS DE BAJA - 2006	46
5.1.8. ESTADÍSTICA DE NEUMÁTICOS REPARADOS EN SMCV	50
5.1.9. DIAGRAMA DE CAUSA RAÍZ – ISHIKAWUA	52
5.1.10. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO	53
5.1.11. HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL CUIDADO DE NEUMÁTICOS	57
5.1.12. FORMULA DE ESTIMACIÓN DE BENEFICIO	60

5.1.13. RESULTADO DEL ISHIKAWUA	61
CAPITULO VI: MEJORAMIENTO DEL PERFORMANCE	62
6.1. MEJORAMIENTO EN EL CONTROL DE NEUMÁTICOS	62
6.1.1. GESTIÓN DEL INGENIERO DE NEUMÁTICOS	62
6.1.2. SOPORTE BRIDGESTONE	85
6.1.3. OPERACIONES MINA	85
6.1.4. MANTENIMIENTO MINA	91
6.1.5. CAPACITACIÓN	92
6.2. RENDIMIENTO ACTUAL DE LOS NEUMÁTICOS EN SMCV	93
6.3. ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO DE NEUMÁTICOS	99
CAPITULO VII CONCLUSIONES	102
CAPITULO VIII RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	109

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por volverme a regalar la vida y poder bendecirle en mi historia. Agradezco a mis padres Justo, Emiliana y mis hermanos Elmer, Orbal, Marlon, Zico y Smith, por ser siempre imagen de amor y apoyo en mi vida y en mi carrera, así como a toda mi familia por ser los pilares que Dios pone en mi historia.

Agradezco a los docentes y amigos de mi alma matter, mi querida Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, en quienes pude ver integridad y donación hacia mi persona, transmitiendo en todo momento el conocimiento que solo emana del Padre. Me siento orgulloso de ser egresado de la UNI y de mi querida escuela de minas.

Agradezco al Ing. Donato Ruiz por darme la oportunidad de iniciarme como profesional en Compañía Minera Aruntani S.A.C. ya que fue mi segunda casa y una escuela en minería supercial para mi formación profesional y personal.

A Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. estoy profundamente agradecido y especialmente al Ing. Tomas Gonzáles y Sergio Rojas por darme la oportunidad de continuar aprendiendo y aportando mi experiencia profesional en minería superficial de alta tecnología. Claro esta, que en cada una de las personas que conocí tanto como amigos, compañeros de trabajo y todo el personal de Cerro Verde que de una u otra forma ayudaron al éxito de la empresa.

Este trabajo lo dedico a mis padres Emiliana, Justo y a mi tía Lira, a mis hermanos Elmer, Orbal, Marlon, Zico y Smith así como a toda mi familia que son lo más bello que Dios me ha podido regalar.

Dedico también este informe a mi enamorada Erika y esperando que nuestro amor crezca más y la memoria de mi hermanito Ronald que en paz descanse y que Dios lo tenga en su gloria.

INTRODUCCION

En la actualidad se esta llevando acabo una revolución de la forma de trabajar en la minería, y esto se debe básicamente al avance de la tecnología que nos permiten disponer de sistemas altamente desarrollados para el control de los procesos. La minería nacional y mundial ha tenido un aumento casi exponencial en el ritmo de extracción, lo que ha derivado en un importante consumo de bienes y servicios asociados a la minería, un claro ejemplo es el aumento de la demanda de neumáticos para las operaciones mineras de gran escala. La oferta de neumáticos esta siendo superada por la demanda, escenario ideal para productores, pero que se ha convertido en una crisis para la industria mundial.

“La solución que hoy es dar mejor manejo a lo que hoy día tenemos debemos ayudar al neumático a llegar a su fin de vida útil de la mejor forma posible; para eso hay que hacer inversión, utilizar nuevas tecnologías, especializar a los operadores. Esto permite enfrentar de mejor manera la crisis de abastecimiento que se esta viviendo hoy”.

Hace unos cuatro años que esta crisis de oferta de neumáticos se precipito por el crecimiento de operaciones de extracción minera mundial fuertemente influenciada por China y el consiguiente aumento en el precio de materias primas como caucho natural, sintético y el acero.

RESUMEN

En la actualidad se esta llevando acabo una revolución de la forma de hacer minería, en la cultura minera misma, y esto se debe básicamente al avance tecnológico que nos permite disponer de sistemas altamente desarrollados para el control de los procesos.

El objetivo del proyecto es aumentar el rendimiento de los neumáticos de los CAT 789 A&B y 793 D y dar buen uso, capacitando al personal de operadores, crear un plan de control de neumáticos en CERRO VERDE. El proyecto se basa en el buen manejo del recurso humano que tiene la empresa y el compromiso es desde la Gerencia Mina hasta el ultimo trabajador del área involucrada.

El aumento del rendimiento de los neumáticos generar un ahorro para la empresa, esto permitirá tener un buen stock y aumento de la producción. Debemos ayudar al neumático a llegar a su fin de vida útil de la mejor forma posible; para eso hay que hacer inversión, utilizar nuevas tecnologías, especializar a los operadores. Esto permite enfrentar de mejor manera la crisis de abastecimiento.

PROLOGO

La tesina de grado se ha elaborado para optar el título de Ingeniero de Minas. Para su mejor estudio, comprensión y análisis se ha dividió en ocho capítulos:

CAPITULO 1: Trata acerca de aspectos generales de Cerro Verde. Las cifras que en este capítulo se muestran son de conocimiento público y se han obtenido de sitios web de entidades gubernamentales y privadas como por ejemplo el Ministerio de Energía y Minas.

CAPITULO 2: Toca puntos acerca de la geología de Cerro Verde que son de conocimiento publico en la web.

CAPITULO 3: Este capítulo explica los procesos planeamiento mina en SMCV.

CAPITULO 4: Este capítulo explica los procesos operativos de SMCV y son datos de conocimiento público en el Estudio de Impacto Ambiental.

CAPITULO 5y6: Este capítulo abarca tópicos de mejoramiento de la performance de rendimientos de neumáticos de los CAT 789 A&B y 793D.

CAPITULO 7: Nos enfoca las conclusiones del trabajo.

CAPITULO 8: Se brindan las recomendaciones para el trabajo.

CAPITULO I ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN



Mina Cerro Verde
AREQUIPA

Sociedad minera Cerro Verde S.A.A. es una unidad minera de Freeport-McMoran Copper & Gold Inc. y se encuentra ubicada geográficamente en el distrito de Uchumayo Provincia, Departamento y Región de Arequipa, a 30 Km. por carretera asfaltada, al SO de la ciudad de Arequipa.

Sus coordenadas geográficas se localizan entre los 71° 34' de longitud Oeste y 16° 33' de latitud Sur, con elevaciones que fluctúan entre los 2,200 y los 2,900 m.s.n.m.

1.2. ACCESIBILIDAD

La zona es accesible por dos rutas, mediante la carretera Panamericana antigua que se encuentra asfaltada y tomando un desvío totalmente asfaltado antes de llegar desde Arequipa a la desviación hacia Lima y otra ruta que es la mas corta y que nos conduce a Cerro Verde, es tomando la ruta a Congata y atravesando el túnel que une Congata con la propiedad minera.

La distancia de la mina a la ciudad de Lima, en línea recta es de aproximadamente 1,000 km. y al puerto de Matarani por carretera de 124 Km. Ambas rutas totalmente asfaltadas en el gobierno de Alberto Fujimori. El ferrocarril Arequipa-Mollendo-Matarani, pasa a pocos kilómetros del centro mineros de Cerro Verde.

Tiempo de viaje a la mina de Cerro verde:

- A 35 minutos de la ciudad de Arequipa por auto.
- A hora y media de Matarani por auto.

1.3. RESEÑA HISTÓRICA

Cerro Verde data desde tiempos incaicos, su color verdoso por el afloramiento de Brocantita en las superficie del cerro principal llamaba mucho la atención y de allí su nombre. "Cerro Verde". Cerro Verde es el depósito de cobre porfirítico conocido más antiguo del Perú y uno de los primeros de Sudamérica.

1868 – 1879 Los hermanos Vicuña de nacionalidad chilena lo explotan como vetas hasta empezar la Guerra del Pacífico.

1881 El depósito es trabajado por pequeños mineros que logran excavar un pozo vertical de 160 m. equipado con winche a vapor.

1905 Carlos Lohman de Arequipa realiza trabajos a pequeña escala.

1916 El señor Braden de EE.UU. ofrece la propiedad del yacimiento a la compañía Anaconda. Luego en 1917 La compañía Andes Exploration Co. of Maine, subsidiaria de Anaconda, realiza una exploración geológica, perforando 64 taladros con una longitud total de 9,853 m. mediante el sistema "Churn Drill".

1944 William Jenks, estudia Cerro Verde recomendando su exploración a la Cerro de Pasco Co.

1952 J. Cabieses, denuncia para la corporación antes mencionada, el SE de Santa Rosa.

1952 - 1955 Newmont Exploration Co. realizó una prospección geofísica al SE de Santa Rosa que culminó con la perforación diamantina de cinco taladros con resultados negativos y uno positivo.

1964 - 1967 La compañía Andes del Perú (antes Andes Exploration Co.) realiza 32,000 m. de perforación diamantina.

1967 – 1970 Andes del Perú realiza investigaciones geológicas en el área de Cerro Verde y Santa Rosa. La información técnica obtenida se la llevó consigo al revertir el depósito a propiedad del Estado. A fines de 1970 la propiedad del yacimiento revirtió al Estado, pasando a formar parte de la Empresa Estatal Minero Perú, la cual inició sus trabajos de exploración en diciembre de ese mismo año.

1971 – 1976 Durante este periodo Minero Perú perforó, en dos etapas, 262 taladros diamantinos con una longitud total de 83,000 m.

1972 F. Castilla y N. Castillo realizan un mapeo detallado de Santa Rosa y Cerro Verde respectivamente. Santa Rosa es reportado como yacimiento económico por geólogos de Minero Perú.

1975 Ralph M. Parsons Co. elabora los estudios de Pre-Factibilidad, Factibilidad e Ingeniería Básica del Proyecto.

1993 CYPRUS CLIMAX METAL COMPANY gana la licitación pública del asiento minero de Cerro Verde.

1994 Sociedad Minera Cerro Verde S. A. subsidiaria de CYPRUS, toma posesión de la propiedad e inicia una agresiva campaña de exploración, perforando 168 taladros con una cantidad total de 40,000 m. perforados.

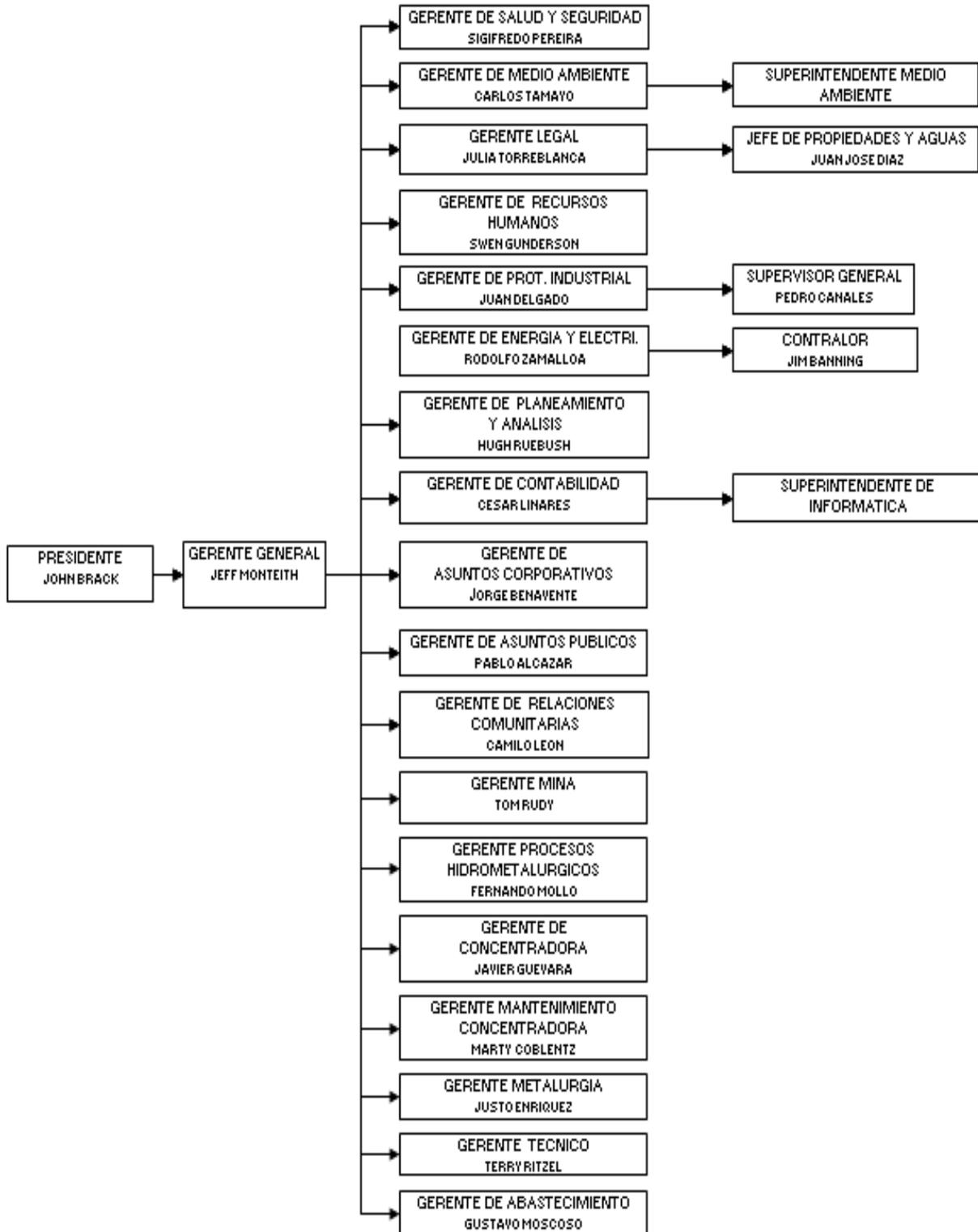
1995 El cambio fundamental en Cerro Verde y el principal aporte con la privatización se da en las políticas de seguridad y medio ambiente, enfocado al cambio de actitud y conducta de los trabajadores hacia una nueva etapa de trabajo seguro y cuidando el medio ambiente. Así mismo se implementa tecnologías de punta en todos los aspectos y en lo que concierne a mina, se adquiere una versión moderna del software de MINTEC (Medsystem) para diseño de mina. Para el control topográfico de la mina se adquiere un GPS Trimble 4000 SSI convirtiéndose Cerro Verde en la mina pionera a nivel nacional en el uso de estos sistemas.

1999 se adquiere el Sistema Dispatch de Modular alcanzando Cerro Verde un nivel tecnológico acorde con las minas más modernas de cobre en el mundo. En el área de lixiviación se amplía el Pad 2 y se construye el Pad 4 de aproximadamente un millón de metros cuadrados de superficie, dando inicio al proyecto de lixiviación de cobre mas importante del Perú. En este año PhelpsDodge adquiere Cerro Verde.

2004 Se inicia la construcción de la planta de sulfuros que convertirá a Cerro Verde a fines del 2006 en la primera unidad minera en producción de libras de cobre del Perú y de la corporación PhelpsDodge.

2007 Cerro Verde pasa a la corporación Freeport-McMoran Copper & Gold Inc. Hasta la actualidad.

1.4. ORGANIGRAMA DE GERENCIA GENERAL



CAPITULO II

GEOLOGIA

2.1. GEOLOGIA REGIONAL

Cerro Verde y Santa Rosa, ubicados a 30 km. al SO de Arequipa, son yacimientos del tipo pórfido de cobre y molibdeno, emplazados en el segmento sur del Batolito de la Costa, Segmento Arequipa, Superunidades Tiabaya y Yarabamba.

2.2. GEOLOGIA LOCAL

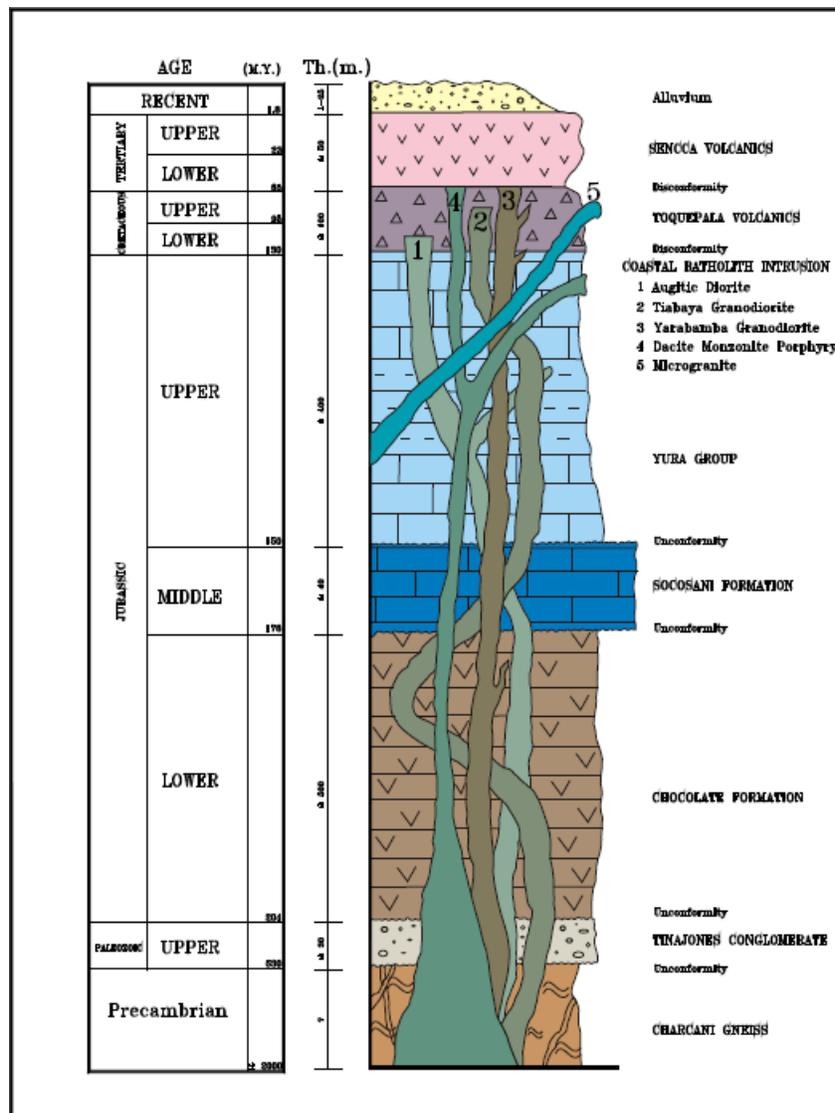
Localmente se tiene rocas plutónicas intruidas por rocas subvolcánicas porfiríticas de composición calco-alcalina, las mismas que también han intruido a rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias, con edades que van desde el Precámbrico hasta el Terciario inferior. Remanentes de ignimbritas, cenizas y arenas volcánicas, corresponden a los últimos eventos ocurridos en el área.

Las rocas plutónicas que engloban a los pórfidos subvolcánicos, genéticamente relacionados a los depósitos de cobre porfirítico de Cerro Verde y Santa Rosa, conforman el complejo intrusivo conocido como “La Caldera”, estos pórfidos están alineados según una dirección NO-SE, que es la misma de la Cordillera de los Andes. Fisiográficamente, presentan una

topografía madura con cerros redondeados de baja altura, quebradas secas y drenaje dendrítico.

2.3. ESTRATIGRAFIA

Dentro del área que comprende el presente estudio afloran rocas ígneas, intrusivas y extrusivas, metamórficas y sedimentarias que abarcan en tiempo geológico desde el Precámbrico hasta el Reciente.



2.4. MINERALIZACION

La mineralización y alteración de los depósitos de Cerro Verde y Santa Rosa, es típica de los depósitos de cobre porfirítico, tal como lo describen en su trabajo Lowell y Gilbert (1970). En Cerro Verde, la mineralización económica se encuentra preferentemente asociada a la granodiorita Yarabamba (54%); el resto se reparte entre los pórfidos(22%) y el Gneis Charcani (24%), según datos publicados por Perea *et al.* (1983). Esta mineralización económica está relacionada con la alteración fílica.

2.5. MINERALIZACIÓN HIPÓGENA

La mineralización hipógena corresponde a los minerales primigenios. Los sulfuros más importantes son pirita y calcopirita, en menor proporción ocurren: molibdenita, enargita, cobres grises, como también bornita y covelita primarias; otros sulfuros primarios como la esfalerita y galena tienen una ocurrencia esporádica. Otros sulfuros primarios presentes en esta zona son molibdenita, bornita, tetraedrita, galena, esfalerita y calcosita mayormente diseminados.

Los principales minerales hipógenos en Santa Rosa son pirita y calcopirita con los siguientes minerales accesorios: galena, esfalerita, molibdenita y tenantita. Esporádicamente se presentan mackinawita, cubanita, pirrotita y bornita. La enargita y la luzonita se presentan muy raramente.

2.6. MINERALIZACIÓN SUPÉRGENA

De arriba hacia abajo estas zonas son: zona de encape lixiviado, zona de oxidación, zona de enriquecimiento secundario, zona de transición y zona primaria.

2.6.1. ZONA DE ENCAPE LIXIVIADO

Es la capa o zona superior que está caracterizada por la ocurrencia de limonitas (hematita, jarosita, goetita, turgita entre otros), arcillas y alunita supérgena; así como minerales primarios relativamente estables: cuarzo y turmalina. La formación de esta zona, ha sido influenciada por una fuerte permeabilidad de la roca tanto primaria como secundaria de la parte superior de ambos depósitos. La presencia de sulfuros y sulfatos primarios, también jugó un importante papel en su formación, tal como lo postulan Cedillo *et al.* (1979).

2.6.2. ZONA DE ÓXIDOS

Está genéticamente relacionada a la formación de la zona lixiviada y se ha desarrollado hacia los bordes de esta, se caracteriza por la presencia de óxidos y sulfatos de cobre con valores económicos. El principal mineral es la brocantita, acompañada por calcedonia, alunita, jarosita, antlerita, melanterita, crisocola y cuprita; ocasionalmente también ocurren: malaquita, neotosita, cobre nativo y silomelano.

En Cerro Verde, se distinguen dos subzonas: la subzona de “pitch de cobre” caracterizada por contener una mezcla de óxidos de cobre, fierro y manganeso, estuvo ubicada al Este.

2.6.3. ZONA DE ENRIQUECIMIENTO SECUNDARIO

Este proceso de deposición mineral ocurre cerca a la superficie y es una consecuencia de los procesos de oxidación en el cual las soluciones ácidas residuales lixivian los metales y los llevan hacia abajo, reprecipitándolos y enriqueciendo los sulfuros minerales ya existentes (pirita y calcopirita), formando nuevos sulfuros con mayor contenido de cobre (calcosita y

covelita). La pirita ha sido reemplazada en diversos grados por calcosita y se piensa que en la evolución genética de los sulfuros secundarios estos han sufrido, en ciertas áreas, migración lateral del cobre.

En Santa Rosa está constituida principalmente por calcosita, covelita y en menores cantidades por bornita y digenita.

2.6.4. ZONA PRIMARIA

Constituye la zona mas profunda del yacimiento, donde prácticamente no hubo influencia de los procesos supérgenos. Los sulfuros ocurren aquí finamente diseminados y en venillas; como en todas las zonas, aquí también las brechas son las que contienen más cobre que otras rocas (Cedillo 1982).

2.6.5. ZONAS TRANSICIONALES

Están clasificadas así las zonas cuya mineralogía está constituida por una mezcla de minerales de zona lixiviada y minerales de zona enriquecida (conocida también como “zona de mixtos”) o minerales enriquecidos y minerales primarios (zona transicional propiamente dicha) según sea el caso.

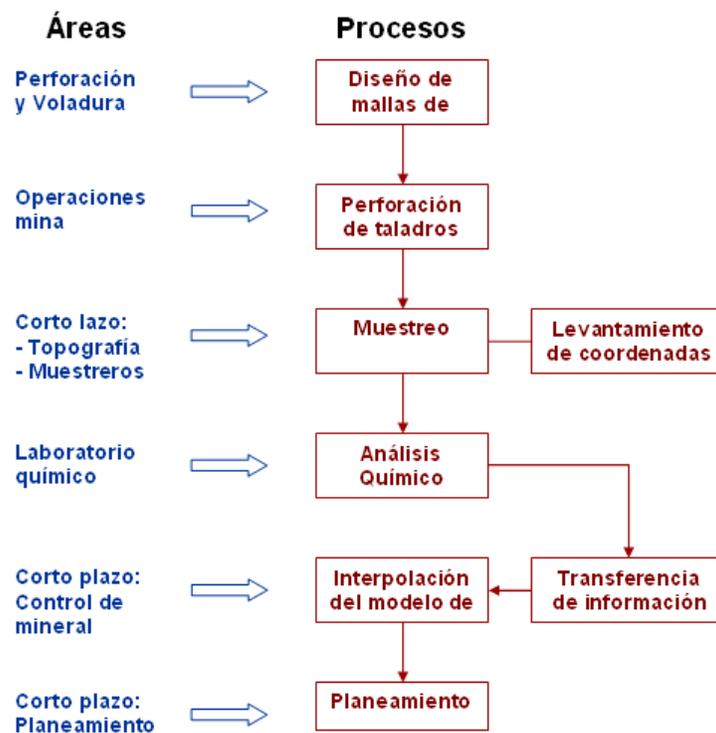
En Cerro Verde se observan zonas con mineralización “mixta”, esto es mineralización de zona lixiviada, óxidos de fierro principalmente, y mineralización de la zona enriquecida pirita, calcosita y covelita. Por debajo de la zona de sulfuros secundarios, se ha desarrollado en muchos casos, una zona conocida como zona de sulfuros transicionales, constituida por sulfuros de origen supérgeno y sulfuros de origen hipógeno. En Santa Rosa la zona de sulfuros transicionales, por debajo de la zona de sulfuros enriquecidos, no es típica, su mineralización se presenta finamente diseminada.

CAPITULO III PLANEAMIENTO MINA

3.1. PLANEAMIENTO A CORTO PLAZO

El planeamiento a corto plazo es el encargado de desarrollar alternativas del plan operativo a corto plazo de la mina para lo cual utiliza la información geológica y litológica actualizada para el control de mineral.

3.1.1. PROCESO DE CONTROL DE MINERAL



3.1.2. CONTROL DE CALIDAD Y PLANEAMIENTO

Control de Calidad de Mina ha mejorado con el uso del sistema computarizado; comprende una serie de pasos, los cuales tienen inicio a partir de los datos de campo.

El propósito fundamental de este departamento es el de clasificar el material disparado de acuerdo a su valor económico y luego tomar decisiones con respecto a su destino.

Destinos:

- MILL CHAN = Chancadora de Sulfuro Primario
- HIDROCHAN = Chancadora Sulfuro Secundario
- Botaderos y/o Depósitos

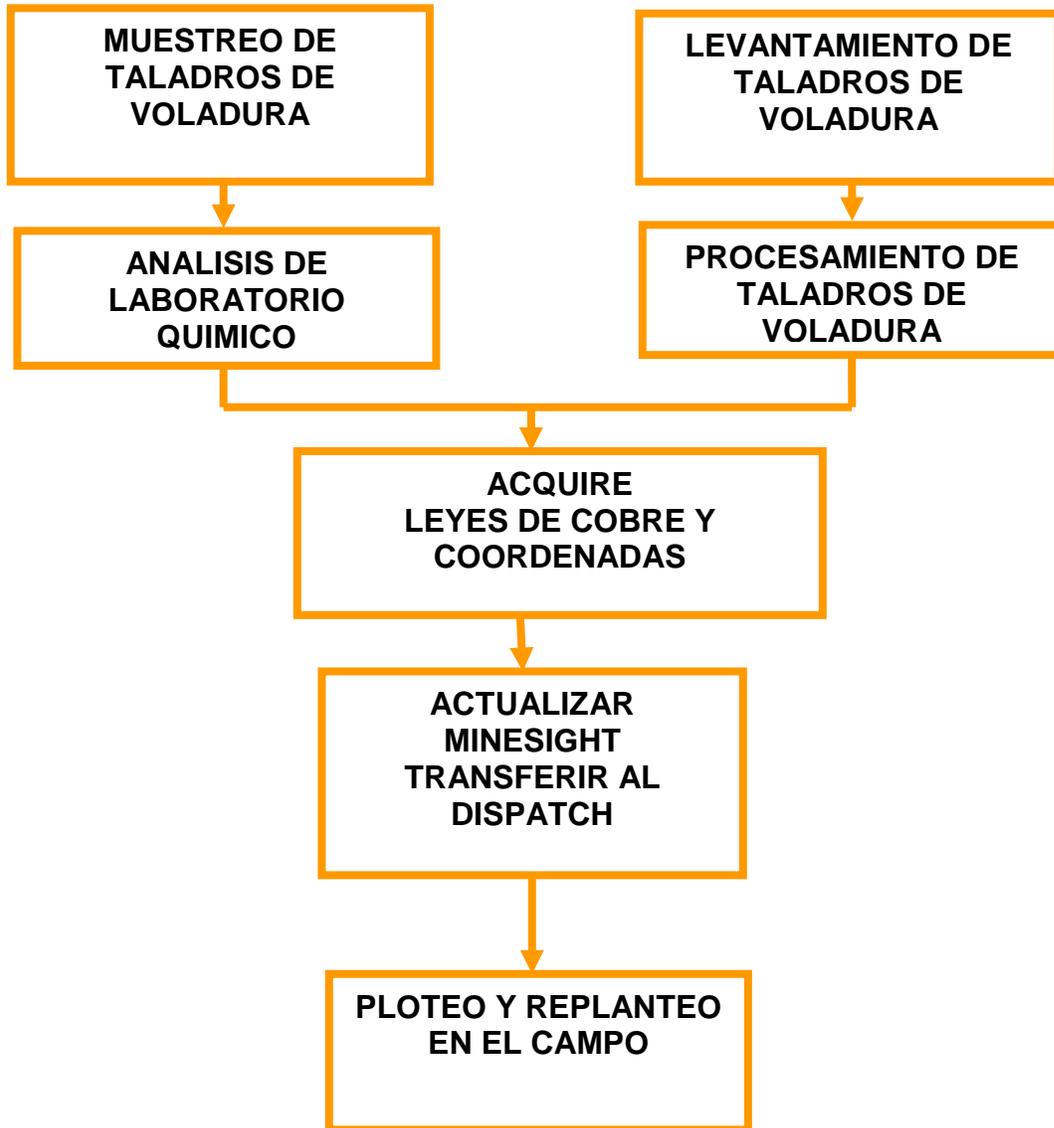
Mediante polígonos se delimitan los cuerpos de material, según sea:

- Mineral
- Desmonte

Estos polígonos son transferidos al Dispatch y delimitados en el campo con banderines y letreros.

- Sulfuro Primario - Mineral : Amarillo
- Sulfuro Secundario - Mineral : Rojo
- Sulfuro Secundario baja Ley : Verde
- Sulfuro Primario Mediana ley : Morao
- Desmonte : Marrón

3.1.3 PROCESO DE CORTO PLAZO



3.2. PLANEAMIENTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

Los ingenieros de perforación y voladura tienen la responsabilidad del diseño de todos los aspectos de la perforación en coordinación con planeamiento a corto plazo. Para la parte de perforación se usan parámetros de información de topografía, de geología y de planeamiento usando el MINESIGHT y aplicación del sistema de GPS del Dispatch en las perforaciones.

Para el diseño de mallas de perforación en voladura se utilizamos los software MINESIGHT 3D y ACQUIRE el cual son de gran ayuda para el trabajo de la información geológica y perforaciones diamantinas y topografía actualizada en el MINE SIGHT y sistema ACQUIERE permite obtener una base de datos total de los taladros perforados con sus respectivas leyes en tiempo real lo que ayuda al área de ore control para el diseño de mallas de perforación se consideran parámetros litológicos y mineralización obtenidos del modelo de bloques ya que estos parámetros influyen en la determinación del Burden y el espaciamiento de la malla los cuales el Sistema de clasificación Geomecánica RMR está basado en los siguientes 5 parámetros del macizo rocoso:

- Resistencia de la Roca Intacta
- RQD (Calidad de roca)
- Espaciamiento entre discontinuidades
- Condiciones de las discontinuidades
- Acción del agua subterránea

En esta etapa con los datos obtenidos de geología se determinan:

1.-Tipo de Malla:

a) Control: Precorte (Pre Split) y Recorte (Trim)

b) Producción: Triangular y Cuadrada

2.-Espaciamiento

3.-Burden

4.-Diámetro de Taladro (11")

5.-Altura de Taladro

3.3. PLANEAMIENTO DE MINA A LARGO PLAZO

Es el área encargada de la elaboración de los programas de minado a largo plazo, determinando los límites económicos del tajo y la secuencia de minado hasta fin de la mina, en base a información de exploraciones y haciendo los análisis económicos-financieros de la empresa.

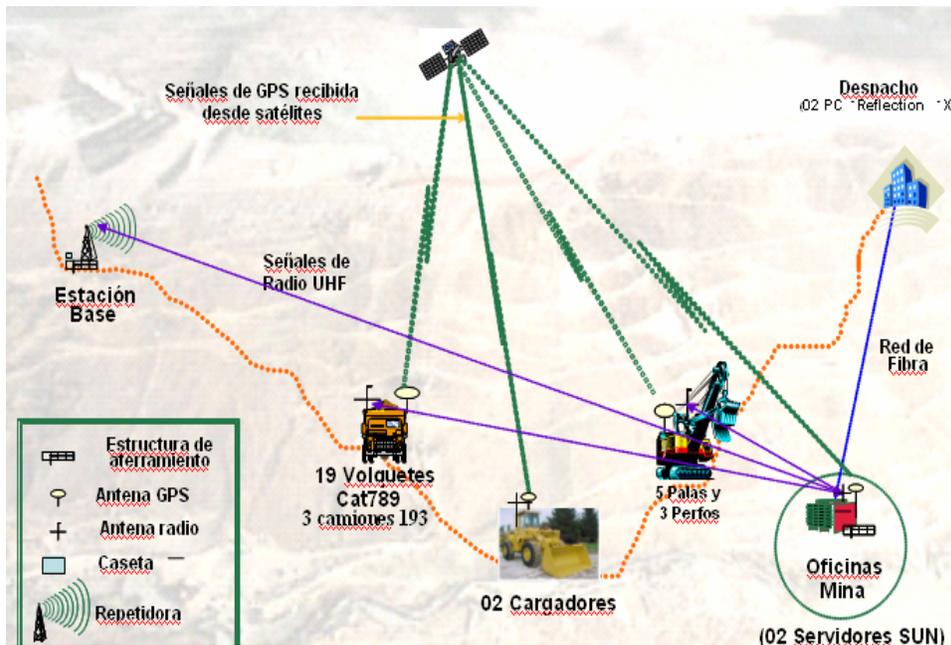
3.4. ADMINISTRACIÓN DEL DISPATCH

Dispatch es un sistema de Administración Minera, que emplea:

- Tecnología moderna en comunicaciones, GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- Sistemas computacionales que manejan toda la información histórica en tiempo real de la operación minera.
- Proporcionando asignaciones óptimas y automáticas para camiones de acarreo. Permitiendo incrementar el tiempo efectivo de trabajo de palas y camiones y por ende su productividad.
- Permite crear y almacenar las bases de datos turno a turno de producción, de los estados de los equipos mineros.
- Se tiene información desde el origen y la gestión de los datos y cálculo de KPIs es instantánea.
- Utiliza tres modelos matemáticos de programación:
 - La Mejor Ruta (BP),
 - La Programación Lineal (PL),

- o La Programación Dinámica (PD); con el fin de obtener la mayor productividad en carguío y acarreo. (Estrategia de optimización de Dispatch - DOS)

Esquema del Dispatch

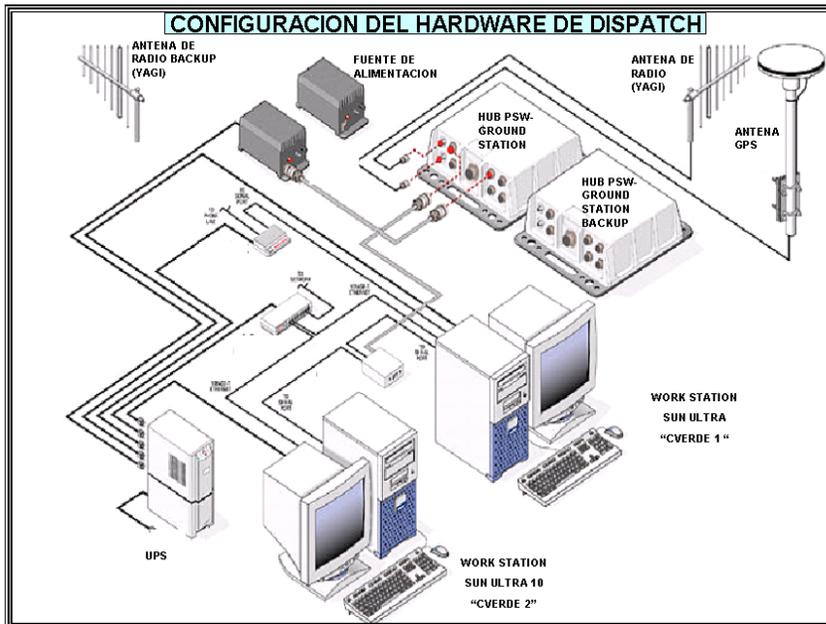


3.4.1. COMPONENTES DEL SISTEMA

Sistema computacional de oficina.

- Servidores DELL (2).
 1. RedHat Linux 8.0
 2. Software Intellimine de MMS.
- HUB PSW Ground Station conexión Ethernet.
- Fibra Óptica y Wireless (backup).
- Antena GPS.
- Laptop de Administración con VPN y SSH.
- Laboratorio de mantenimiento eléctrico (Laptop).

Esquema de Oficina



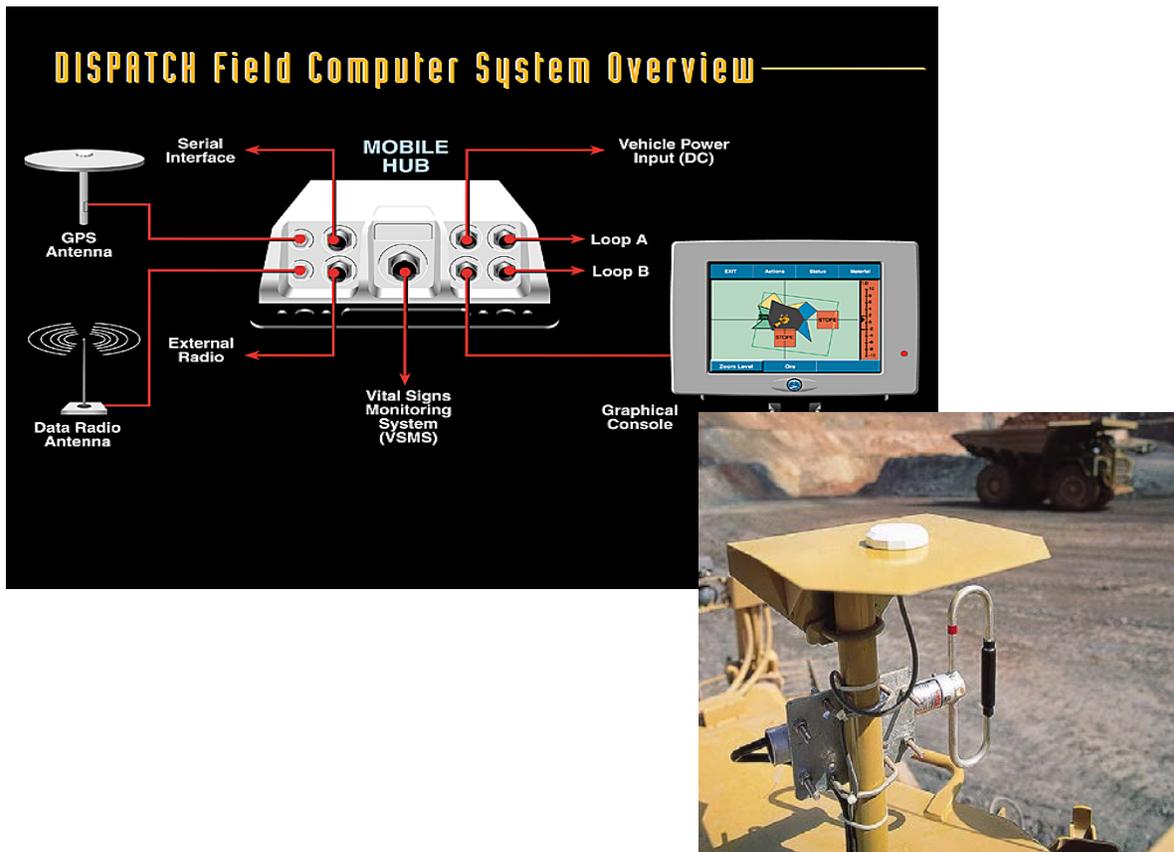
Sistema de campo (Equipos)

- Consola grafica (Goic).
- HUB
 1. Unidad central de proceso.
 2. Receptor de radio UHF.
 3. Receptor GPS Ashtech o Topcon.
- Receptor HPGps externo (carguío y perforación).
- Antenas dipolo.
- Antena GPS (2 para carguío y perforación).

Repetidor (Cerro 100K).

- BRG2 (2) puerto Ethernet comunicación por fibra óptica y Wireless como backup.
- UPS y nido de baterías.
 - Antena Yagi Sinclair (Principal y backup) para comunicación con equipos de campo.

Hardware de Campo



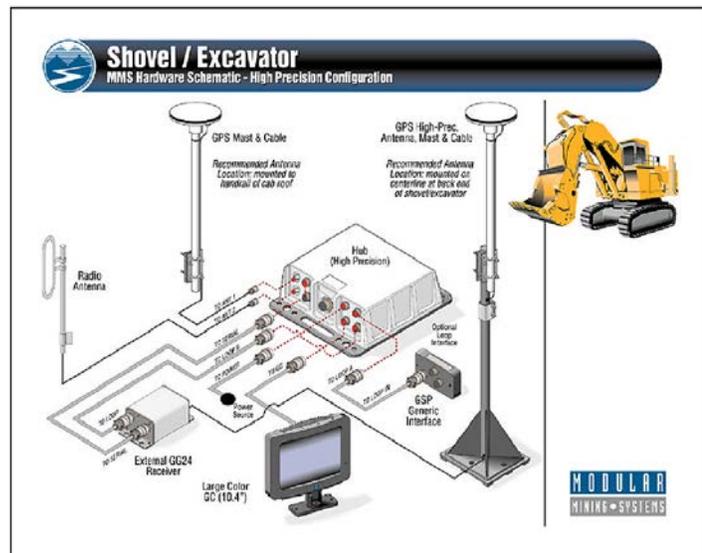
3.4.2. OTROS BENEFICIOS DE INTELLIMINE DISPATCH

- Integración MIMS, GSAP & DISPATCH
- Monitoreo On-Line de signos vitales (VIMs, Panel view, etc.)
- Control de carga en tiempo real (VIMs; PLM2; PLM3)
- Apoya la reducción de otras demoras operativas (tiempo cambio de turno, refrigerio, voladura, petróleo, movimiento de equipos, etc.)
- Control de uso y costo de neumáticos (TKPH).
- Control en línea del Delta C.
- Control Online de tiempos en los equipos auxiliares.
- Mejor control y cálculo real de disponibilidad, utilización, MTBF, MTTR, etc. Para la elaboración de un planeamiento real.

3.4.3. MEJORAMIENTO DEL CARGUÍO Y PERFORACIÓN CON SISTEMA GPS DE ALTA PRECISIÓN

- Solución GPS mejorada.
- Receptores Ashtech GG24.
- NAVSTAR IV + GLONASS
- Correcciones diferenciales cada segundo.
- Precisión RTK:1-2 cm
- Funcionamiento adecuado en tajos profundos y paredes altas (Pseudolites – Novariant).
- Alta confiabilidad y disponibilidad.

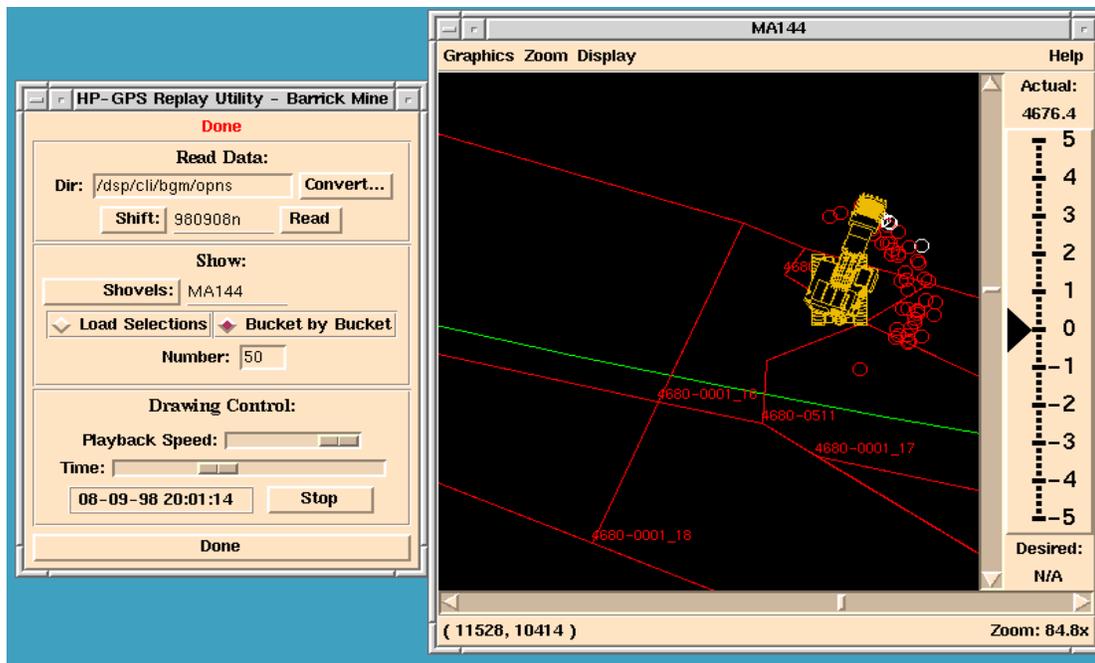
Hardware HPGPS Palas



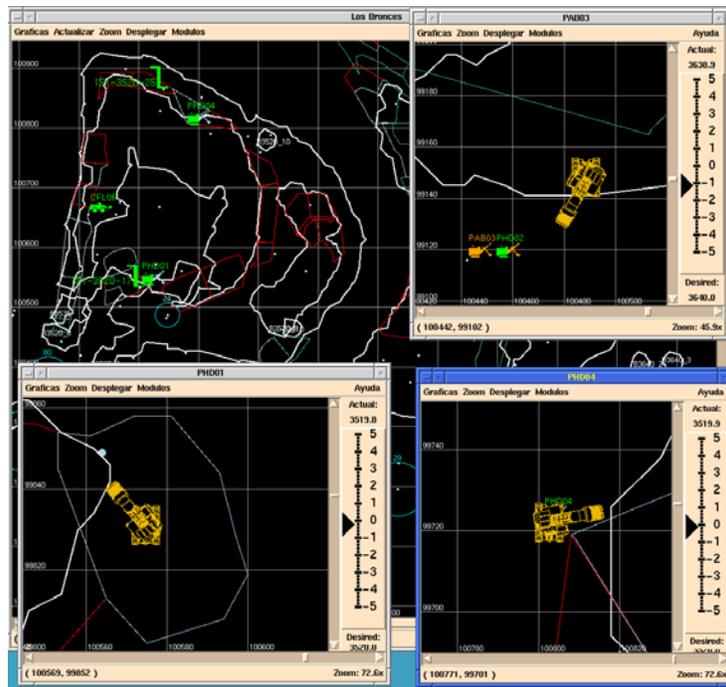
Goic de Pala



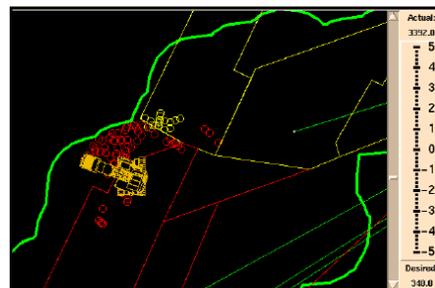
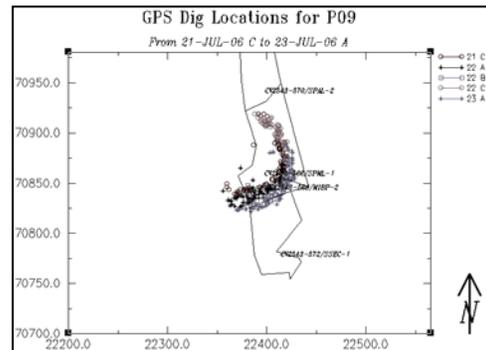
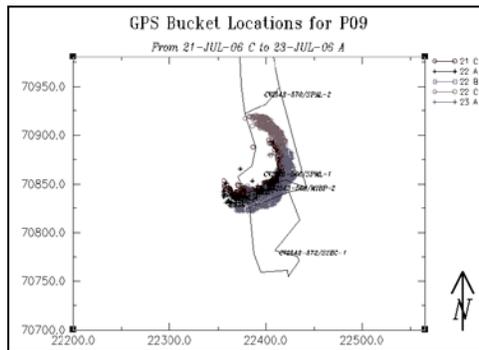
Información sobre puntos de excavación – DIG



Digline

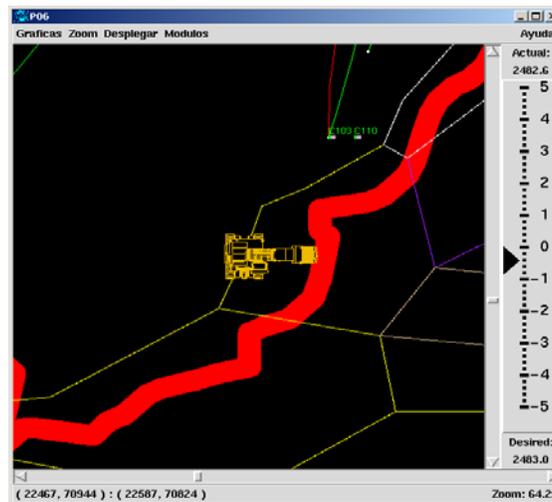


Bucket point, Dig point y Digline



Trabajo en Automático

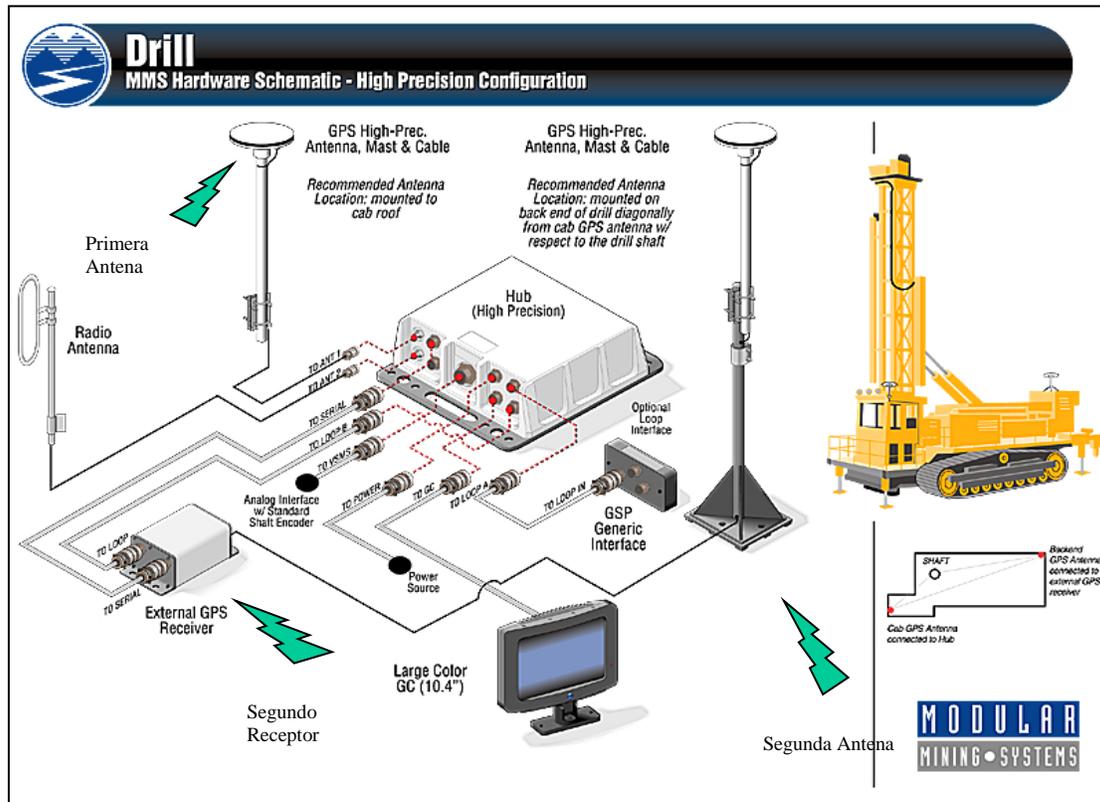
KEYPAD														
Inicio	Final	Arriba	Abajo	Imprimir	Actualizar	Remover	Ayuda	Salir	Config	Select				
Utilidad en tiempo real para el estado de equipos Provision														
Pala	Reset Hub	Diseño Actual	Estado	Cambiar Manual/Automat	Calidad GPS	Material GPS	Operador	Elevacion Actual	Elevacion Objetivo	Dif. Elev. Goic	Reset Cabina #	Posterior #	Cal. #	
P06	no?	ManualFlatBench	Operativo	Cha?	Auto	Ok	CV2483-033/SPAL-1	CV2483-035/SPAL-1	2482,5	2483,0	-0,5	no?	9 0,06	9 0,02
P07	no?	ManualFlatBench	Operativo	Cha?	Manual	Ok	CV2543-675/MIBP-1	CV2543-675/MIBP-1	2542,5	2543,0	-0,5	no?	8 0,01	7 0,04
P08	no?	R2498	Operativo	Cha?	Manual	Ok	none	CV2483-010/SSEC-1	2486,3	2486,6	-0,3	no?	8 0,04	8 0,01
P09	no?	ManualFlatBench	Demora	Cha?	Manual	Ok	none	SR2633-001/DESM-1	2632,4	2633,0	-0,6	no?	7 0,01	8 0,01
P10	no?	ManualFlatBench	Malogrado	Cha?	Manual	Ok	none	CV2483-005/SPAL-1	2483,1	2483,0	0,1	no?	8 0,02	6 0,02



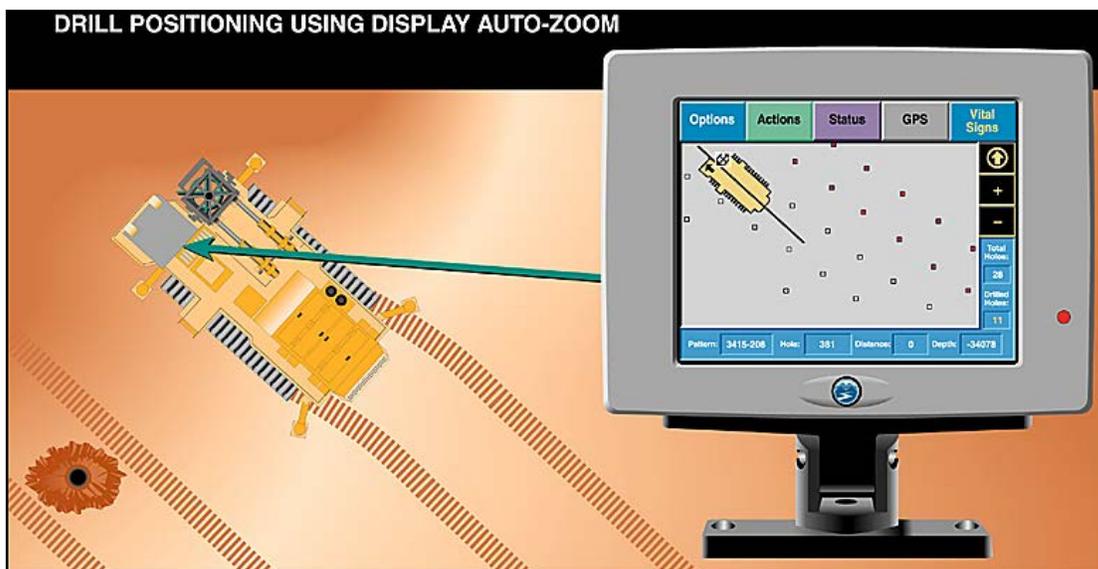
Los beneficios de ProVision en palas

- Control de la dilución.
- Mejora la certeza del carguío.
- Disminuye perdidas de mineral por asignación de material en forma automática.
- Control pisos.
- Control secuencia de extracción.
- Control de avance de minado al instante (Interface con Minesight).

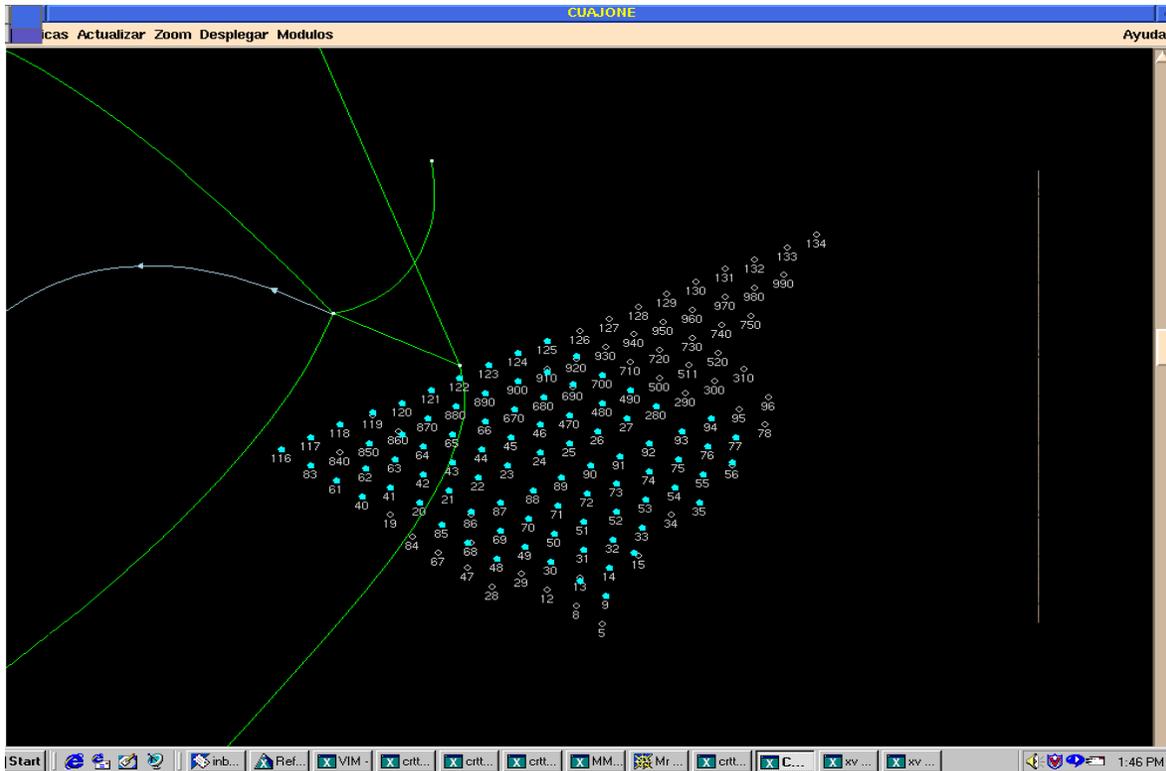
Hardware HPGPS Perforadoras



Aplicaciones de GPS – Perforación



KEYPAD																					
Inicio		Final		Arriba		Abajo		Imprimir		Actualizar		Remover		Ayuda		Salir		Config		Select	
MENU DE PERFORADORAS PROVISION																					
Perfo.	Reset Hub	Reset Goic	Estado	Malla Actual	Pozo Actual					GPS			Cabina Posterior								
					ID	Inicio	Prof	Obj.	Pct	Elev.	Sat.	Estado	#	Cal.	#	Cal.					
q?	PER12	no?	no?	Operativo	Perforando CV2513-0089-925	CV2513-0089	9252	11:41:32	11,4	16,4	69,6				8	0,02	8	0,01			
q?	PER7	no?	no?	Demora	TRASLADO DE EQUIPO	Pos															
q?	PER8	no?	no?	Operativo	Perforando CV2528-0135-366	CV2528-0135	3661R	11:38:06	0,0	14,5					7	0,01	8	0,06			
q?	PER8	no?	no?	Operativo	Moviendo al prox. taladro	CV2528-0135									7	0,02	7	0,02			



CAPITULO IV PROCESOS OPERATIVOS

4.1. OPERACIONES MINA

4.1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, SMCV explota sus reservas mineras constituidas por sulfuros secundarios y primarios, a través del tajo abierto Cerro Verde y santa rosa a un ritmo aproximado de 250,000 toneladas métricas diarias (TMD) de movimiento total. Dentro de esta cantidad, se extrae aproximadamente 108,000 TMD de sulfuros primarios, 50,000 TMD de mineral lixiviable, y 102,000 TMD de mineral de baja ley, y los procesa mediante una planta concentradora y lixiviación en pilas, para producir en su planta de extracción por solventes y circuito electrolítico (SX/EW), cobre electrolítico de alta pureza en forma de cátodos. Los cátodos de cobre y el concentrado de cobre son transportados por camiones al puerto de Matarani, desde donde se exportan a mercados internacionales.

Las operaciones unitarias realizadas para la extracción de material consisten en cuatro etapas: perforación, voladura, carguío y acarreo, además de las operaciones auxiliares que se vienen realizando. Los camiones llevan distintos tipos de material a su respectivo destino: desbroce al botadero, mineral de baja ley directamente de la mina (ROM) al pad ROM de lixiviación, y mineral de alta ley al chancado y luego a la planta concentradora.

SMCV cuenta actualmente con la siguiente flota para sus operaciones de perforación, carguío y acarreo:

- 24 Camiones CAT 793D de 240 TM.
 - 4 Camiones CAT 789B de 180 TM.
 - 1 Eléctricas palas P&H 2300 de 25 yd³ (42 TM).
 - 2 Palas eléctricas P&H 2800 de 33.6 yd³ (60 TM).
 - 1 Pala hidráulica O&K RH200 de 27 yd³ - diesel (45 TM).
 - 1 Eléctricas palas P&H 4100 de 60 yd³ (81 TM).
-
- 2 Cargadores frontales CAT 992.
 - 1 Cargador frontal CAT 994.

Para la perforación se cuenta con el siguiente equipo:

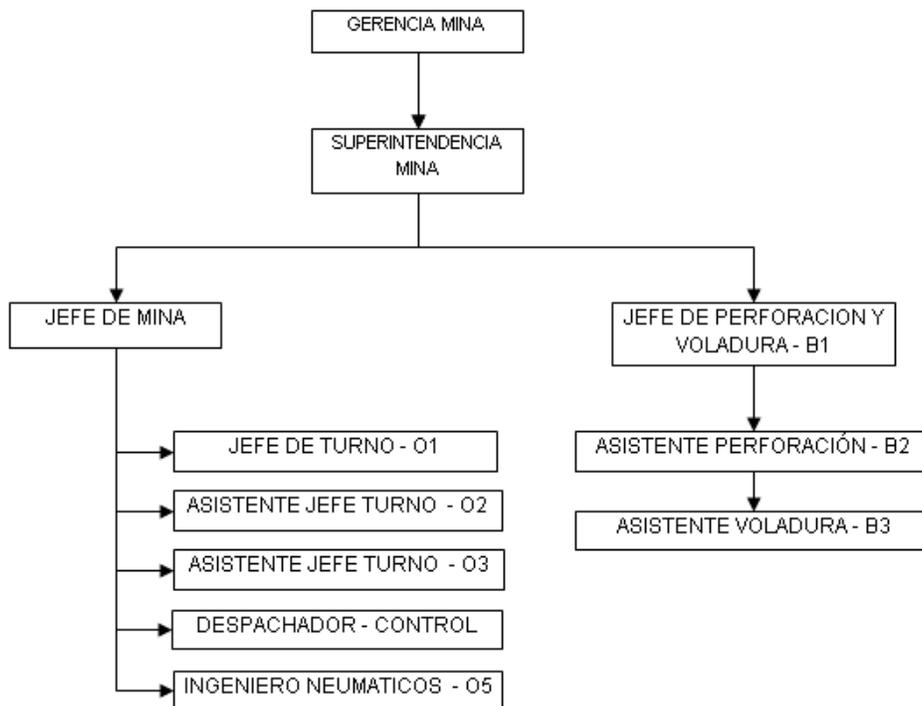
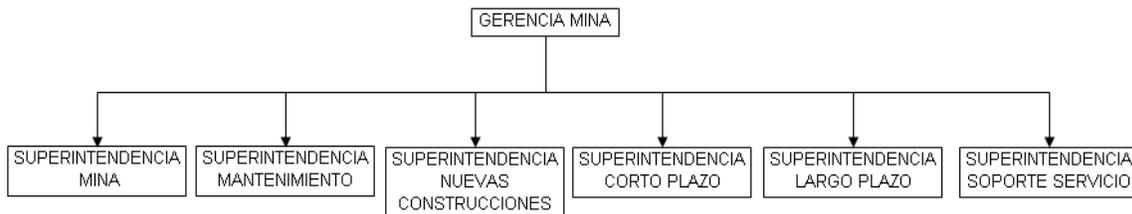
- 2 Perforadoras IR DMM2.
- 2 Perforadoras PV271.
- 1 Perforadora Rock Drill L8 Atlas Copco.

En la mina tenemos cuatro operaciones unitarias principales: perforación, voladura, carguío y acarreo. Además de otras operaciones auxiliares, construcción de mina, capacitación del personal.

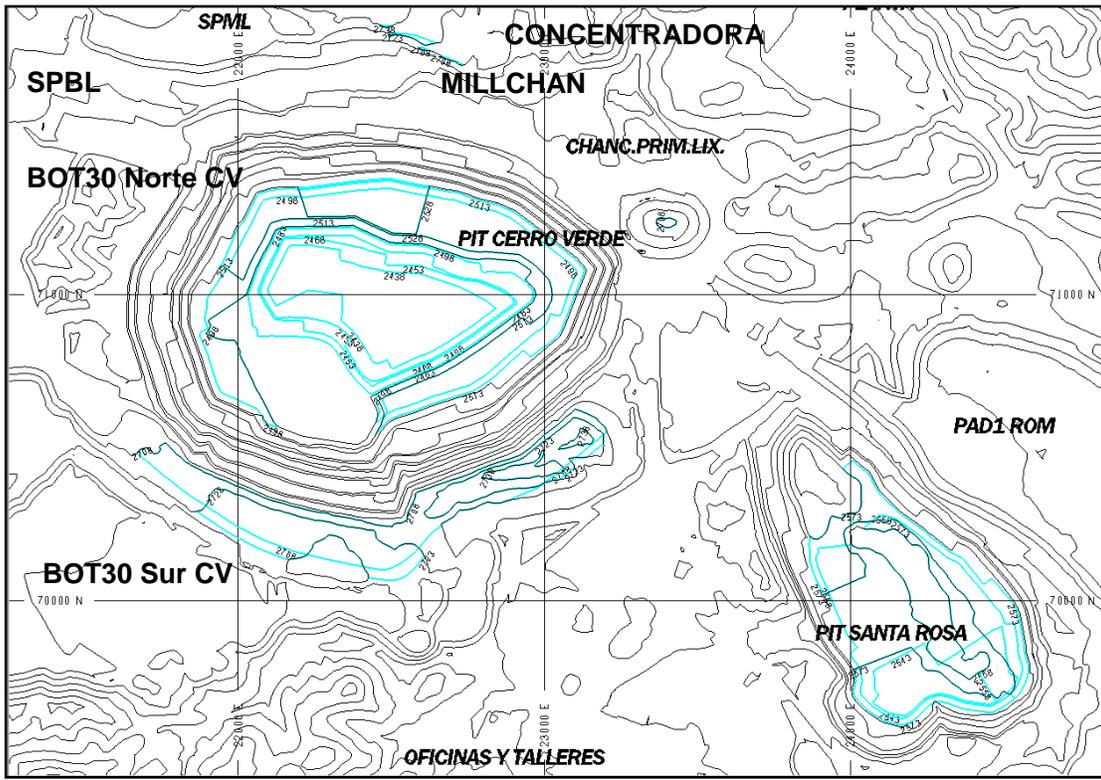
* SMCV: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

4.1.2. ORGANIGRAMA

A continuación se muestra el organigrama de Gerencia Mina – Operaciones Mina



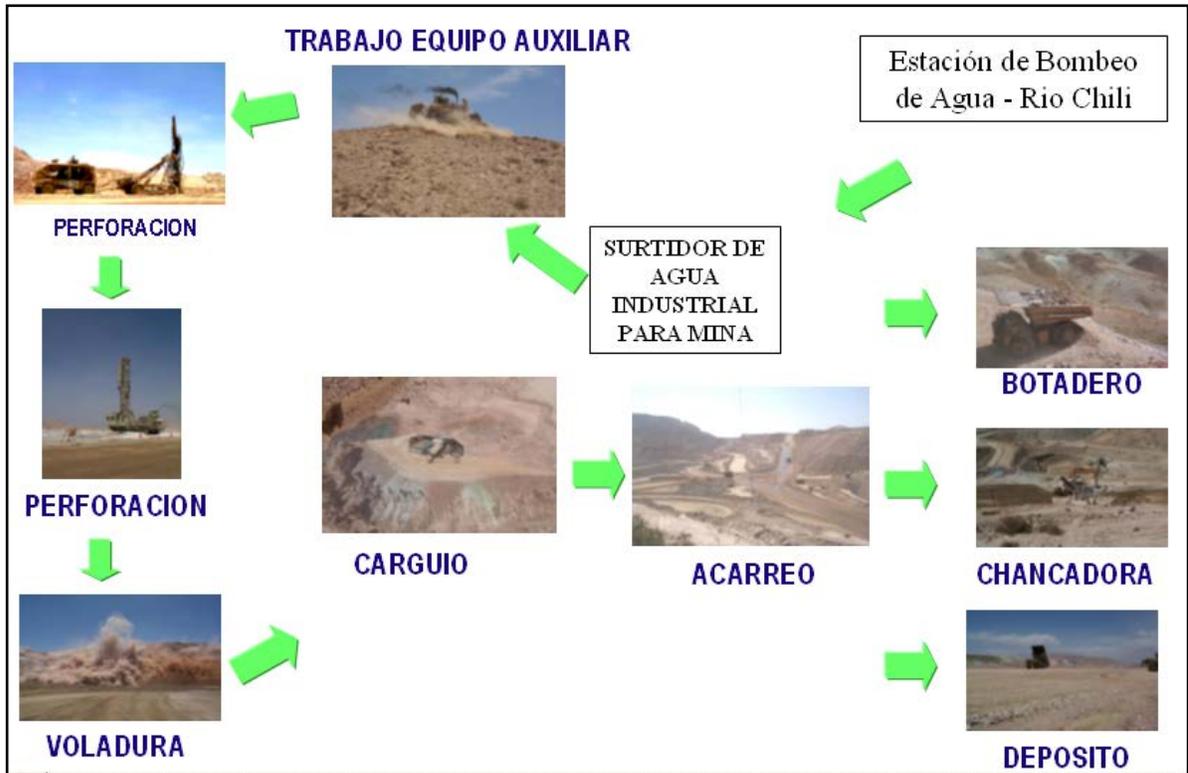
Una vista general de las operaciones de mina en los tajos y su relación con otras áreas importantes, se observa en la siguiente figura:



Donde:

- BOT30 Norte CV = Botadero norte de desmonte.
- BOT30 Sur CV = Botadero sur de desmonte.
- SPML = Botadero de sulfuro primario de mediana ley.
- SPBL = Botadero de sulfuro primario de baja ley.
- MILLCHAN = Chancadora de sulfuro primario de alta ley.
- CHANC.PRIM.LIX = Chancadora de sulfuro secundario lixiviable.
- PAD1 = Botadero de sulfuro lixiviable

4.1.3. MAPEO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MINERAL



4.1.4. EXTRACCIÓN DE MINERAL A TAJO ABIERTO

Este tipo de extracción se utiliza cuando los yacimientos presentan una forma regular y están ubicados en la superficie o cerca de ésta, de manera que el material estéril que lo cubre pueda ser retirado a un costo tal que pueda ser absorbido por la explotación de la porción mineralizada.

Este sistema de extracción permite utilizar equipos de grandes dimensiones, ya que el espacio no está restringido como en el caso de las minas subterráneas, aunque su operación puede estar limitada por el clima, como es el caso de las minas ubicadas en la alta cordillera o la zona central del país.



Vista Panorámico del tajo Cerro Verde

ACTIVIDADES UNITARIAS

La descripción de las actividades unitarias es la siguiente:

A).- PERFORACIÓN

La operación de perforación consta de realizar taladros a distancias regulares entre sí, generalmente entre 6 y 9 m. dependiendo de la dureza del material y de la profundidad del taladro, estos taladros presentan alturas que varían entre los 15 y 17 m. dependiendo de la altura del diseño del banco, en él se introducen los explosivos, los cuales permiten la detonación y posterior fragmentación de la roca.

Para realizar las perforaciones, se utilizan grandes equipos de perforación rotatoria (Perforadora IR DDM2 y PV271), equipados con barrenos de carburo de tungsteno de 9 ¼ pulgadas de diámetro y brocas de 11 pulgadas de diámetro, los que permiten perforar un hoyo de hasta 17 m. de longitud en sólo 20 minutos.



Vista de la perforadora PIV271 en el tajo Cerro Verde

B).- VOLADURA

En cada taladro cargado con explosivos, se introduce un iniciador (Booster) y dos detonantes (uno de encendido manual y otro de encendido electrónico), éste último se detona mediante control remoto. Se establece una secuencia de detonaciones entre los distintos taladros de una voladura, de manera que la roca sea fragmentada en etapas partiendo de la cara expuesta del banco hacia adentro, con diferencias de tiempo de fracciones de segundo entre cada detonación.

El producto obtenido es la roca mineralizada fragmentada, la cual debe presentar un tamaño suficientemente pequeño (en promedio 7 pulgadas) como para ser cargada y transportada por los equipos mineros y alimentar a la chancadora primaria, en donde se inicia el proceso de reducción de tamaño en un sistema en línea hasta llegar a la planta de tratamiento.



Personal de Voladura cargando el banco para su respectiva voladura

C).- CARGUÍO

El material detonado es cargado en camiones de gran tonelaje mediante gigantescas palas eléctricas o cargadores frontales. Estos equipos llenan los camiones en una operación continuada desde que queda disponible el banco después de la voladura.

Las palas eléctricas tienen capacidad para cargar hasta 60 toneladas de material de una vez, por lo que realizan tres movimientos o pases para cargar un camión. Los cargadores tienen menor capacidad y en minas de gran tamaño son utilizados sólo para trabajos especiales.

Una pala necesita un frente de carguío mínimo de 65 m de ancho y carga camiones que se van colocando alternativamente a cada lado de ella.



Pala 07 realizado el carguio al CAT 793D en tajo Cerro verde

D).- ACARREO

Para el transporte del material mineralizado y el material estéril, se utilizan camiones de gran tonelaje, por ejemplo 180 y 240 toneladas. Éstos transportan el material desde el frente de carguío a sus diferentes destinos: el sulfuro secundario y primario de alta ley a la chancadora primaria, el sulfuro secundario de baja ley a botaderos especiales (PAD), el material estéril a botaderos y próximamente se transportarán los sulfuros primarios a la chancadora primaria que alimentara la planta concentradora.

Acarreo de material con los CAT 789 A&B y CAT 793 D



E).- DESCARGA EN CHANCADORA Y BOTADEROS



EQUIPOS AUXILIARES

Para que la flota de equipo principal produzca de la forma mas optima, es necesario contar un excelente trabajo de la flota de equipos auxiliares, la cual se encarga del mantenimiento de accesos para los equipos de acarreo, preparar los frentes de minado para que las palas no pierdan tiempo en el carguio. Así también comprende el regadío de las rutas para eliminar el polvo, el bombeo continuo de los niveles inferiores y la señalización en mina.



Motoniveladora



Tractor de Rueda (Torito)

4.1.5. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE MINA

Esta área depende directamente de la superintendencia de Mina y se encarga de capacitar en forma teórica y práctica al personal nuevo, así como también de reforzar al personal o quiere aprender a operar otro equipo, elaborar procedimientos de trabajo seguro, videos de charlas de seguridad y evalúa permanente al personal de operaciones mina.

4.1.6. DISPONIBILIDAD MECANICA, UTILIZACIÓN Y EFICIENCIA EFECTIVA

Los índices operacionales de disponibilidad mecánica y utilización para los equipos de mina se calculan en base a formulas estándares de la corporación:

Disponibilidad Mecánica (%)

$$D = \frac{T - DM}{T}$$

Utilización (%)

$$U = \frac{HO}{T - DM}$$

Eficiencia Activa (%)

$$E = D \times U$$

Donde:

- D = Disponibilidad Mecánica (%)
- U = Utilización (%)
- E = Eficiencia Activa (%)
- T = Tiempo total

- DM = Demora mecánica (incluye las programadas y no programadas)
- HO = Horas Operativas

DISPONIBILIDADES, UTILIZACION Y EFICIENCIA DE LOS ACTIVOS

Equipos	Disponibilidad Mecánica (%)	Utilización (%)	Eficiencia de Activos (%)
Pala 4100	94	87	82
Pala 2800	93	86	79
Pala 2300	85	81	69
O&K	83	63	52
Hidrochan	97	82	80
Millchan	96	85	81
Cargadores	86	49	42
Camión CAT 793 D	80	87	76
Camión CAT 789 A&B	86	86	74
Flota IR_DMM2	91	72	65
Flota PV-271	77	68	54
Tractores de Orugas	83	63	52
Tractores de Ruedas	80	87	69
Flota de Cisternas	71	76	54
Flota Motoniveladoras	95	75	71

4.2. OPERACIONES METALURGICAS

4.2.1. CHANCADO DE SULFURO PRIMARIO

Para explotar económicamente los sulfuros primarios a un nivel de procesamiento promedio en una planta de 108,000 TMD para obtener como producto final aproximadamente 10 TMD de concentrados de molibdeno y 2,400 TMD de concentrados de cobre, los cuales serán transportados y embarcados en el puerto de Matarani.

El diseño del procesamiento y beneficio del mineral incluye una chancadora primaria, un sistema de almacenamiento de mineral grueso, un circuito de chancado secundario convencional con chancadores de cono y un chancado terciario utilizando chancadoras con rodillos a alta presión HPGR, para la molienda se usará 4 molinos de bolas en circuito cerrado con 4 baterías de ciclones, un circuito de flotación colectiva, un circuito de flotación selectiva (planta de molibdeno), espesado de concentrados y relave, filtración de concentrados, disposición de relaves en un nuevo depósito y otras obras auxiliares requeridas.

4.2.2. CHANCADO DE SULFURO SECUNDARIO

El mineral porfirítico extraído de los tajos es enviado al sistema de chancado que consta de tres etapas: chancado primario, pila de almacenamiento, chancado secundario con sus respectivas zarandas tipo "banana" y chancado terciario. Actualmente el sistema de chancado opera a un promedio de 50,000 TMD. El producto triturado con un tamaño de 80%, - 3/8" (-9mm), es enviado para alimentar el circuito de aglomeración. La aglomeración se lleva a cabo en 4 aglomeradores de tambor en paralelo. El material es humedecido y aglomerado con ácido sulfúrico y solución rafino

(solución con bajo contenido de cobre obtenida del proceso de extracción por solventes).

4.2.3. LIXIVIACION

Una faja sobre la superficie de aproximadamente 3,2 Km. de largo, transporta el mineral aglomerado hacia la plataforma de lixiviación Pad 4. El material es distribuido en la plataforma del Pad 4 con un sistema de fajas portátiles y un apilador que lo acomoda en pilas de 6 metros de altura a una gradiente de 3%. Las fajas están equipadas con controles de alineamiento, sobrecarga y controles de velocidad cero conectadas a un sistema PLC, que controla y monitorea todo el proceso.

Todo el mineral chancado y aglomerado es colocado en el pad 4 y lixiviado por 230 días. La solución de lixiviación consiste de una mezcla de raffinate de la planta SX y la solución de avance de los otros Pads.

4.2.4. SX/EW

La solución de cosecha enriquecida en cobre conocida como PLS obtenida del Pad 4 es dirigida a la poza de almacenamiento de PLS ubicada en el área de la planta de extracción por solventes y de ahí es bombeada a la planta de extracción por solventes.

La planta de extracción por solventes consta de las etapas de extracción y de reextracción. En este circuito se obtiene dos productos, una solución pura rica en cobre que se envía a la planta de electro deposición y, una solución impura pobre en cobre con alta acidez conocida como refino, que es bombeada y retornada a lixiviación.

La planta de electro deposición deposita el cobre en forma metálica en cátodos, que constituye el producto final con una pureza de 99,99% de cobre. Actualmente, el nivel de producción en las operaciones de lixiviación, extracción y electro deposición es de aproximadamente 250 TMD de cátodos de cobre.

4.3. INSTALACIONES AUXILIARES

Además de las instalaciones de proceso, SMCV tiene algunas infraestructuras de apoyo, las mismas que incluyen talleres, almacenes, laboratorios de control de calidad y oficinas administrativas como mantenimiento mina, mantenimiento chancado y el sistema de fajas de transporte de mineral y apilamiento, mantenimiento planta, almacén y tráfico de aduanas, laboratorios químico, metalúrgico y microscopía, metalurgia, geología, prevención de riesgos, medio ambiente y oficinas administrativas que incluye abastecimiento, contabilidad, gerencia, informática o sistemas, recursos humanos y posta de primeros auxilios.

4.3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Actualmente Cerro Verde depende de dos fuentes principales de agua para cubrir sus requerimientos. Estas dos fuentes incluyen las aguas superficiales derivadas del río Chili y el agua subterránea obtenida de los pozos de bombeo de los tajos Cerro Verde y Santa Rosa. El agua proveniente del río Chili es denominada “agua fresca”. Mientras que toda el agua que es bombeada de los pozos en la mina se denomina “agua freática”. SMCV cuenta con los derechos de extracción de agua debidamente constituidos para el aprovechamiento del agua de estas dos fuentes.

4.4. MANEJO DE RESIDUOS, EFLUENTES Y EMISIONES DE LAS OPERACIONES

Los residuos en Cerro Verde están clasificados en: reciclables, basura y peligrosos, teniendo cada uno de ellos lugares específicos y seguros de disposición según su naturaleza. Los efluentes provenientes del lavado de los equipos pesado y ligero en los talleres son tratados mediante dos baterías de separadores. Estas baterías separan los efluentes por fases agua - aceite. El agua previamente analizada en contenido de hidrocarburos (sin aceites y grasa) es utilizado para el riego mientras que los desechos de grasas y aceite son tratados en una plataforma impermeable conocida como landfarm para ser sometidos a la acción destructora de los rayos solares. Las aguas servidas generadas son enviadas a las plantas de oxidación ubicadas en la zona de planta industrial. En la zona sur, las aguas servidas son tratadas mediante un sistema Imhoff de descomposición anaeróbica.

Las emisiones de polvo que se generan en las vías de acceso y acarreo son controladas una sustancia humectante, higroscópica y compactadora en la fuente (cloruro de calcio y/o cloruro de magnesio) y en mina con el regadío intermitente con CAT 777A y CAT 789A. Luego se realiza el riego con una frecuencia de una vez por día los primeros 5 meses y después se incrementa a dos veces por día usando camiones cisternas de 20 000 galones de capacidad.

En el área de chancado, el polvo es controlado mediante un sistema de inyección agua-aire y un sistema de aspersion de agua en la tolva instalado en la descarga de los camiones de chancado primario, un sistema de inyección agua-aire en la descarga de alimentadores, cambio de dirección de las fajas, zarandas y chancado secundario y terciario.

CAPITULO V MEJORAMIENTO DEL PERFORMACE DE RENDIMIENTO DE NEUMÁTICOS DE CAT 789A&B Y 793D

5.1. GESTIÓN DE CONTROL DE NEUMÁTICOS EN CERRO VERDE

5.1.1. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA.

El proyecto consiste en desarrollar un plan para optimizar el uso y la vida útil de los neumáticos de los camiones de extracción de los CAT 789 A&B y 793D.

KPI:

- Rendimiento en millas, llegar a 70,000 millas (112,654 km) de vida útil promedio.
- Consumo de neumáticos nuevos, bajarlo en 10%.
- Tasa de impacto en banda de rodado, bajar en un 20%.

El costo de remanente en el 2007 aproximadamente fue de 198 US\$/mm de 8 neumáticos 40.00.R57 y 188 US\$/mm de 61 neumáticos 42/90R57 dadas de baja, resultando muy superior a 169 y 167 US\$/mm por neumáticos respectivamente; según el Budget, se requiere alcanzar el KPI, disminuir la cantidad de neumáticos a reparar, reducir el costo de remanente y lograr que los neumáticos se de de baja por desgaste y no por otro motivo.

Costo Remanente.- Es la división del costo de neumático y la longitud del remanente de la cocada (RTD en mm) – US\$/mm.

5.1.2. LÍNEA BASE.

- 198 US\$/mm de 8 neumáticos - Scrap 2007 de 40.00.R57 – CAT 793D
- 188 US\$/mm de 61 neumáticos - Scrap 2007 de 42/90R57 – CAT 789 A&B
- 28 mm de Desgaste.

5.1.3. META EXTENDIDA.

- Reducir a 169 US\$/mm en las neumáticos 40.00R57-CAT 793D.
- Reducir a 167 US\$/mm en las neumáticos 42/90R57-CAT 789A&B.
- Reducir el total de neumáticos dados de bajas y alcanzar un desgaste de remanente de 20 mm.
- Reducir la cantidad de neumáticos enviadas a reparar.
- Reducir los cortes en los neumáticos (Operaciones Mina)
- Mejorar el rendimiento de los neumáticos.

5.1.4. ALCANCE.

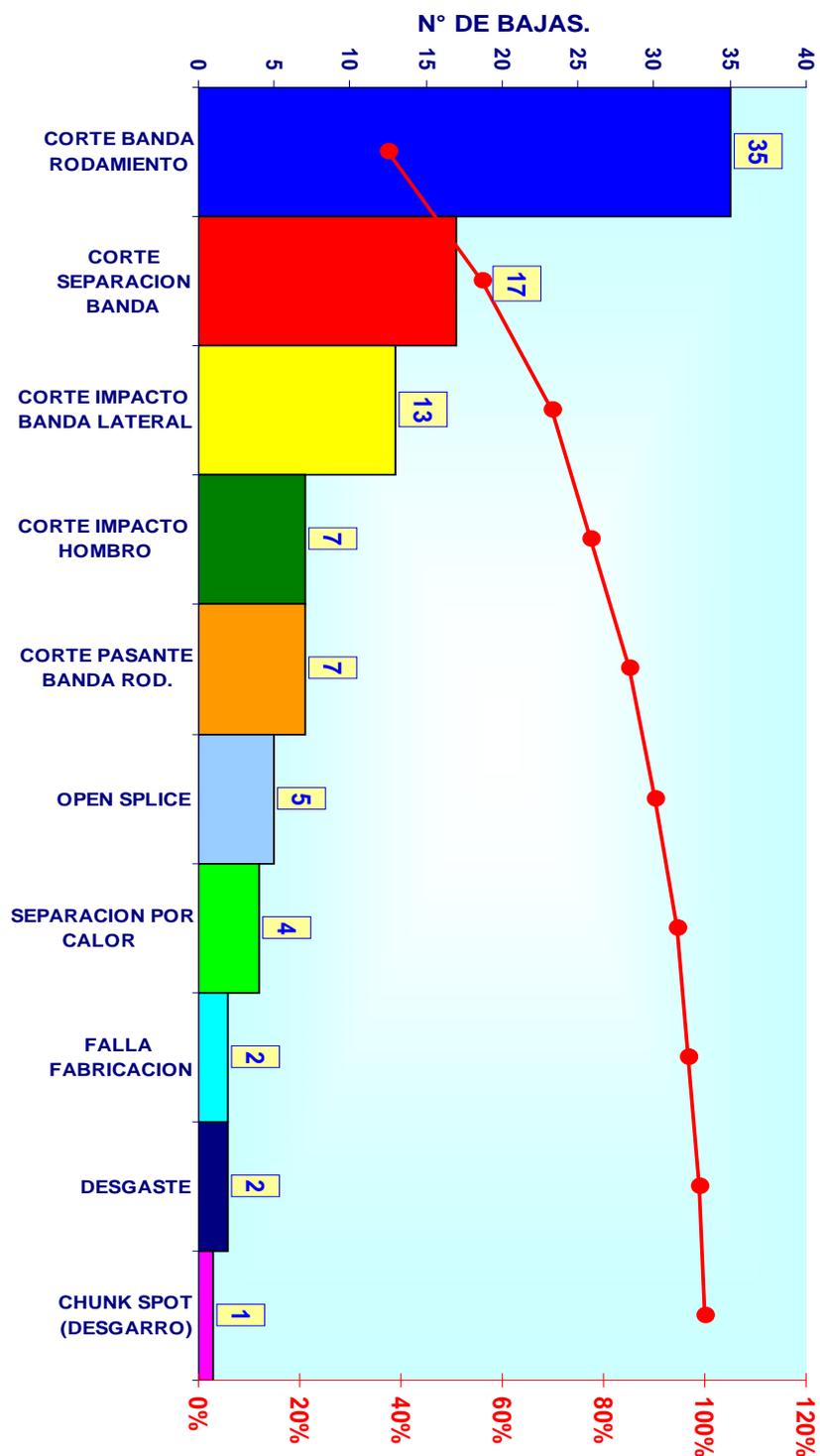
La reducción de la cantidad de neumáticos a reparar disminuirá el costo de remanente y el aumento del rendimiento de las neumáticos 40.00R57 y 42/90R57 para los CAT 793D y 789 A&B respectivamente.

5.1.5. BENEFICIOS ESPERADOS

El logro de la meta, influirá en la reducción de costos totales en la cantidad de neumáticos y tener un buen stock de neumáticos:

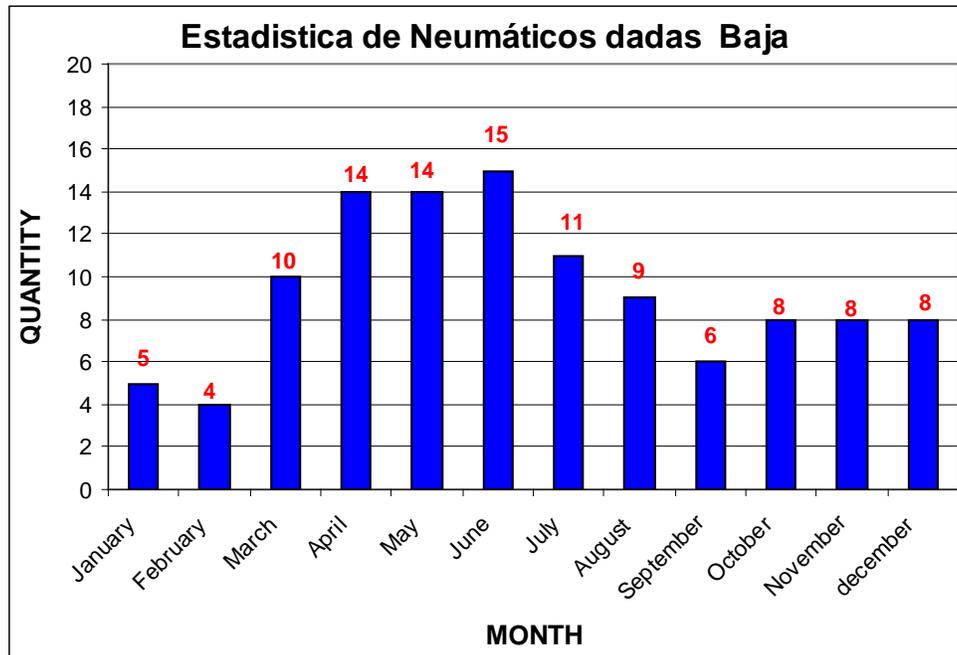
- Mayor disponibilidad de la flota camiones
- Mayor tonelaje acarreado
- Menor demanda de neumáticos

5.1.6. DIAGRAMA DE PARETO-INCIDENCIA DE CORTES EN NEUMÁTICOS

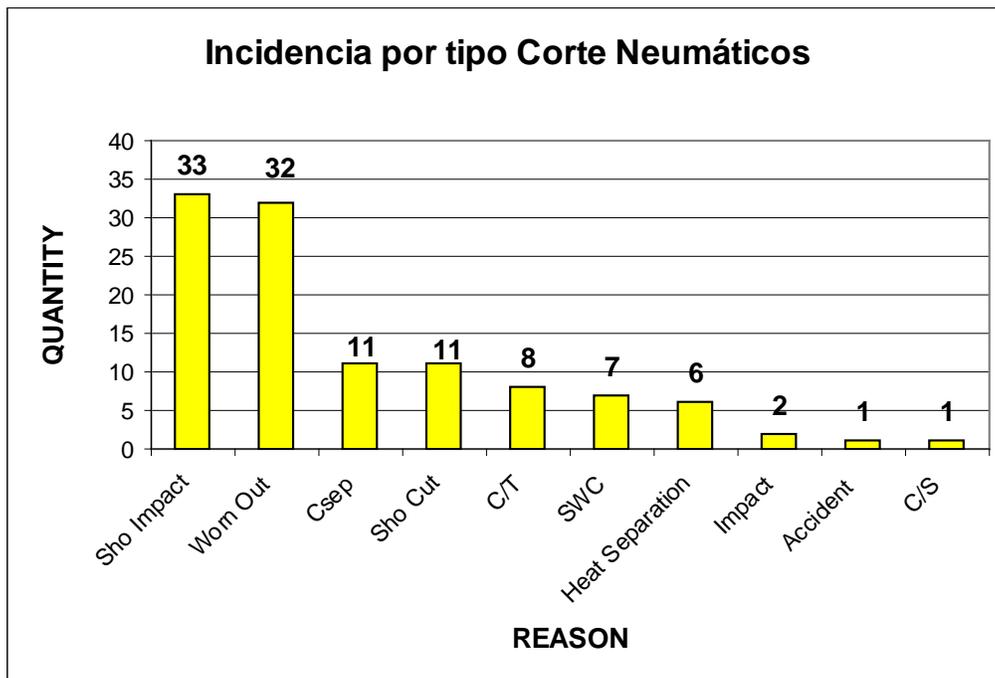


5.1.7. ESTADÍSTICA DE NEUMÁTICOS DADAS DE BAJA – 2006

(Data aproximado)

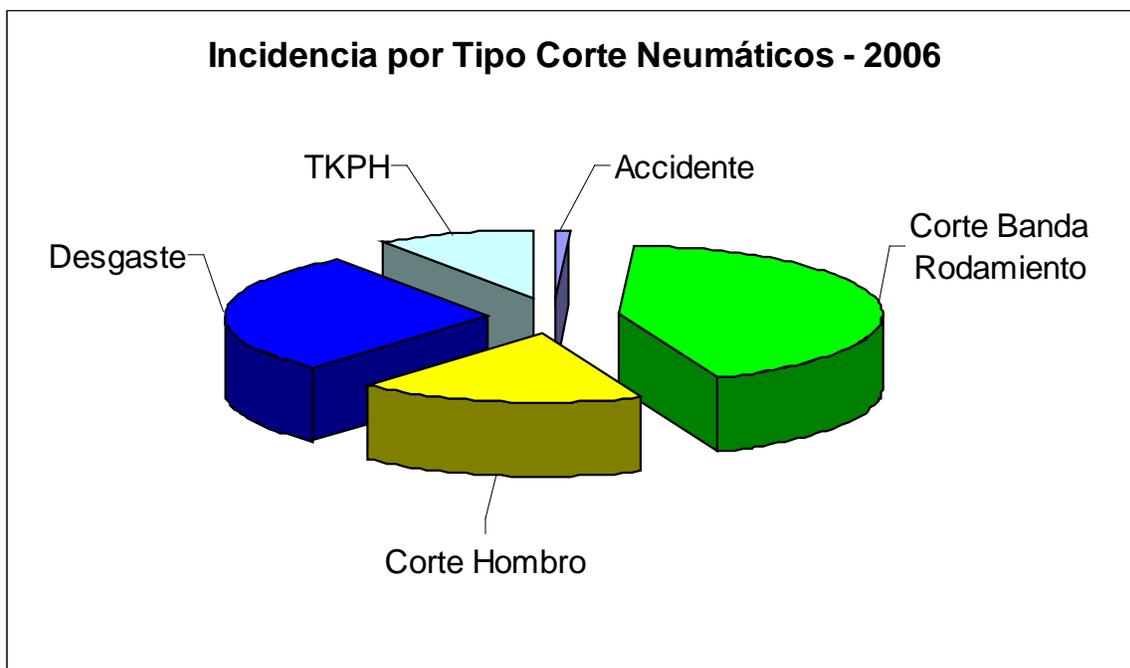


Incidencia de Neumáticos por tipo de corte – Scrap

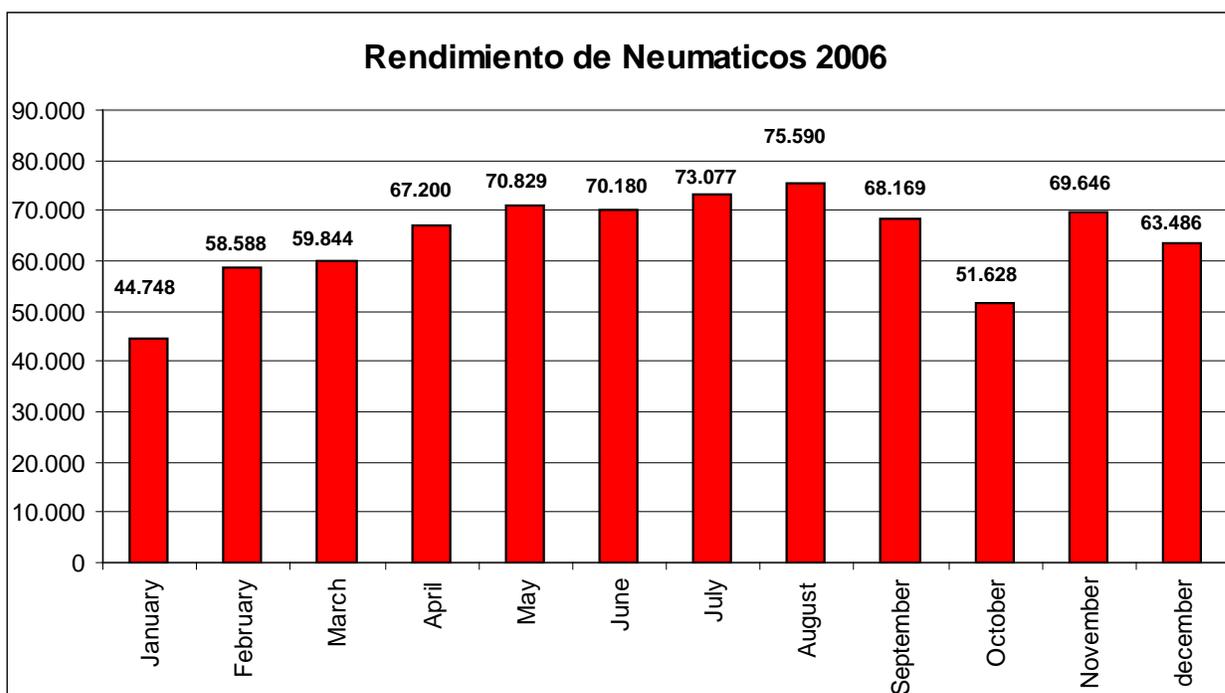


Tipo	Cantidad	RTD mm)	Millas	Kilómetros
Accidente	1	20	74,935	120,596
Corte Banda Rodamiento	49	35	62,678	100,870
Corte Hombro	20	45	52,941	85,200
Desgaste	32	13	84,733	13,365
TKPH	11	47	50,828	81,800
Total general	113	33	57,686	104,966

RTD (mm): Es la profundidad del remanente de la banda de rodado del neumático (remaining tread depth).



Mes	Cantidad	RTD (mm)	Millas	Kilómetros
January	5	53	44,748	72,015
February	4	40	58,588	94,288
March	10	36	59,844	96,310
April	14	29	67,200	108,148
May	14	24	70,829	113,988
June	15	27	70,180	112,944
July	11	25	73,077	117,606
August	9	23	75,590	121,650
September	6	31	68,169	109,707
October	8	48	51,628	83,087
November	8	30	69,646	112,084
december	8	40	63,486	102,171
Total general	112	32	66,186	103,667

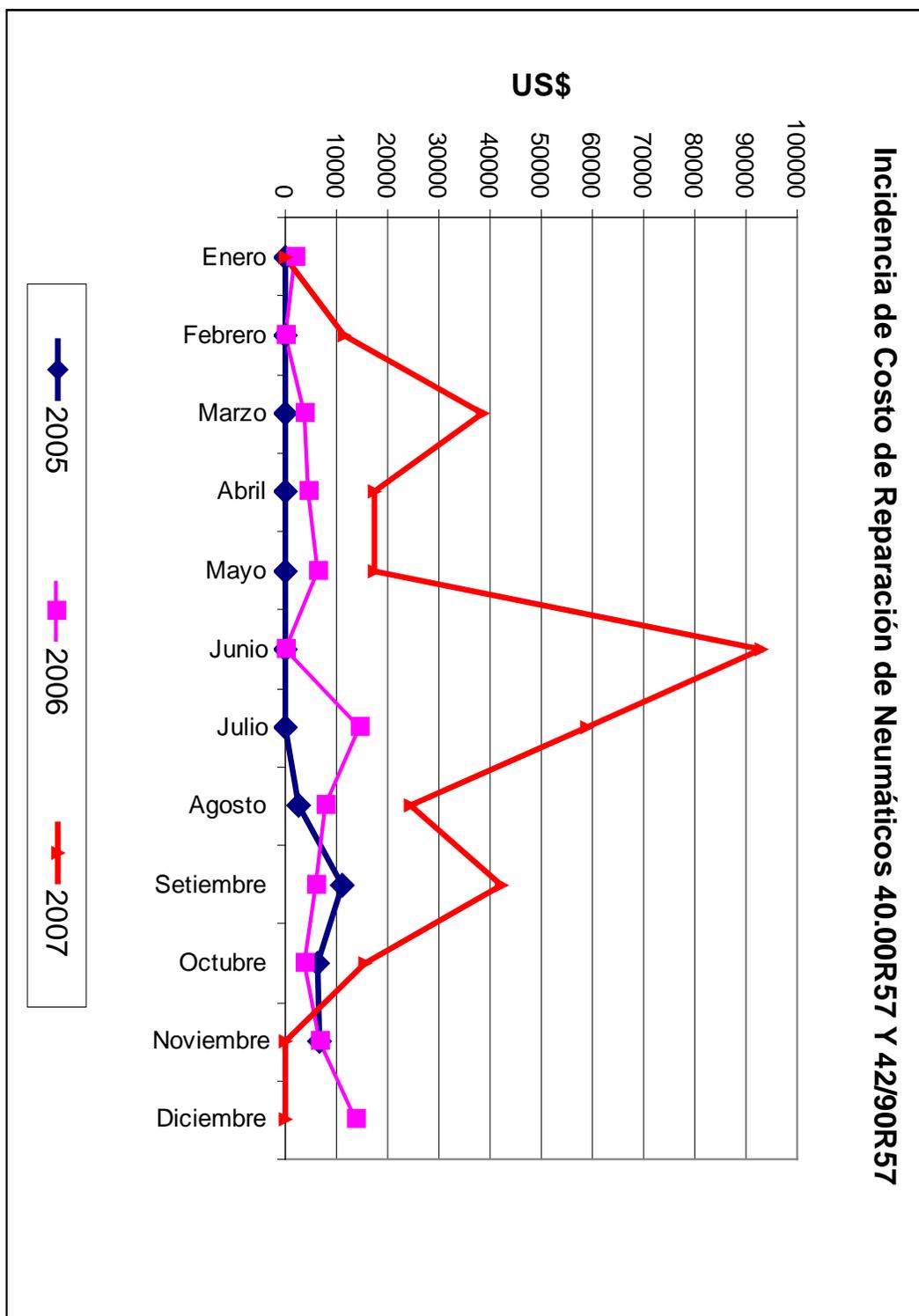


**Historial de Neumáticos Dados de Baja 37.00R57 - 42/90R57
2004-2005 (Data aproximado)**

BRIDGESTONE 37.00R57 - 42/90R57					
VRLSA E2A (57), VRLSA E1A (4), VRLSCZ E1A (31), VRDP E1A (1)					
2004	n	AVE MLS	New Mounted	Roll 12 m	Stock
JAN	7	60,603	6	64,459	27
FEB	5	53,044	6	64,247	21
MAR	9	64,601	6	64,412	15
APR	6	56,859	8	64,070	13
MAY	9	67,138	8	64,016	11
JUN	11	69,349	7	64,518	20
JUL	9	60,933	8	63,879	20
AUG	6	49,144	4	62,753	16
SEP	5	71,433	10	63,904	16
OCT	11	66,268	7	64,059	9
NOV	6	62,396	8	63,884	17
DEC	9	66,423	8	63,233	9
ACC	93	63,233	86		

BRIDGESTONE 37.00R57 - 42/90R57					
VRLSA E2A (4), VRLSA E1A (52), VRLSCZ E1A (14), VRDP E1A (24)					
2005	n	AVE MLS	New Mounted	Roll 12 m	Stock
JAN	11	68,317	12	63,999	5
FEB	8	63,839	19	64,534	10
MAR	6	58,793	22	64,173	10
APR	12	61,985	12	64,344	20
MAY	10	58,918	10	63,580	22
JUN	6	56,520	12	62,511	14
JUL	8	65,521	6	62,902	8
AUG	7	61,231	8	63,618	22
SEP	7	60,953	10	63,046	24
OCT	9	62,546	9	62,643	27
NOV	6	59,979	10	62,496	27
DEC	4	60,102	6	62,018	33
ACC	94	62,018	136		

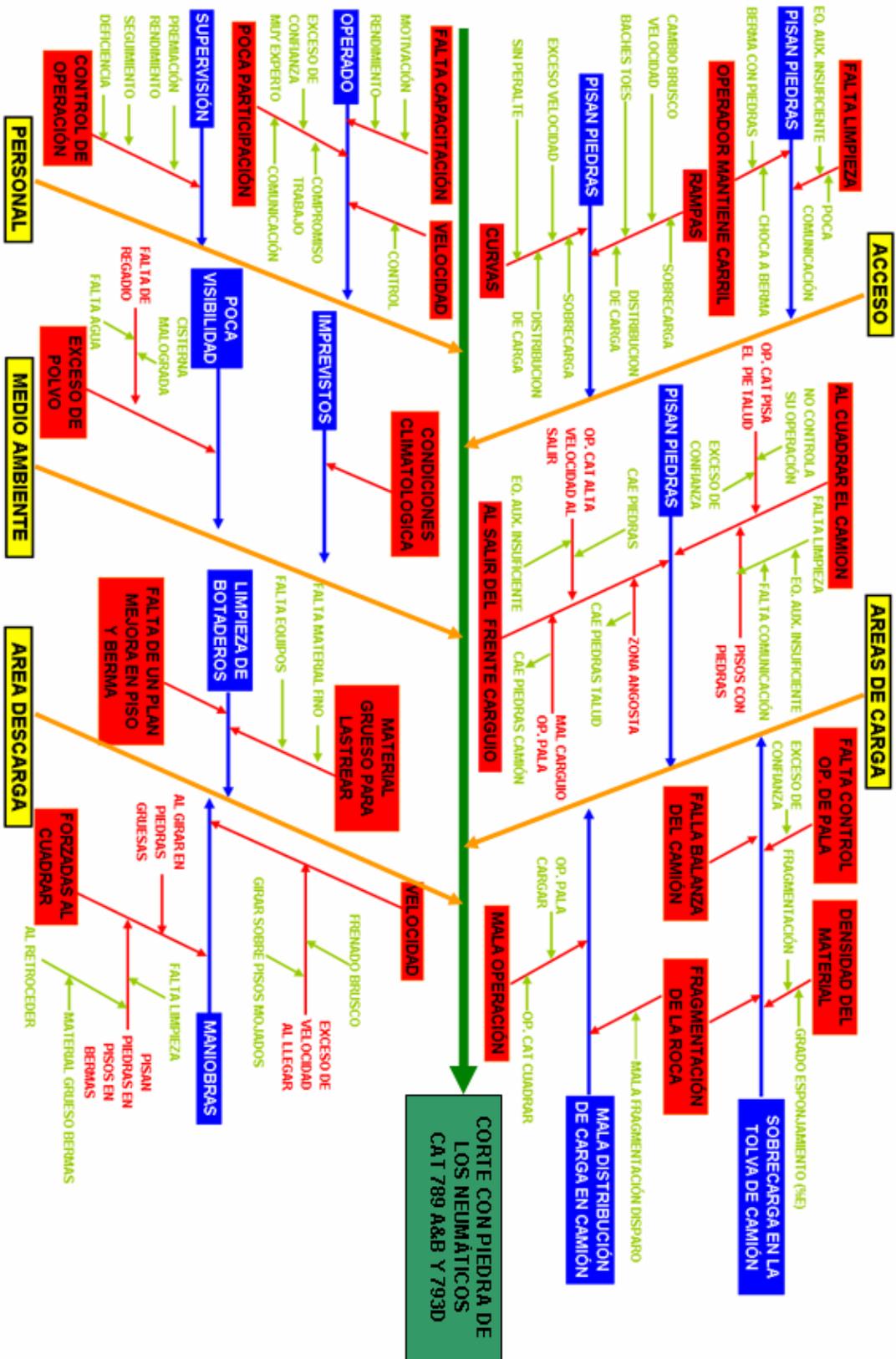
5.1.8. ESTADÍSTICA DE NEUMÁTICOS REPARADOS EN SMCV
(Data aproximado)



Cuadro de neumáticos enviado a reparar del 2005 - 2007

Año	Retiro Mina	Cantidad	RTD (mm)	Costo Reparación (US\$)
2005	Agosto	1	60	2,499
	Setiembre	5	61	10,948
	Octubre	3	67	6,307
	Noviembre	3	59	6,545
Total 2005		12	62	26,299
2006	Enero	1	84	1,904
	Marzo	2	79	3,808
	Abril	2	68	4,284
	Mayo	2	69	6,307
	Julio	4	50	14,280
	Agosto	2	73	7,616
	Setiembre	2	85	5,950
	Octubre	1	72	3,808
	Noviembre	3	81	6,605
	Diciembre	4	69	13,804
Total 2006		23	70	68,366
2007	Febrero	5	79	11,365
	Marzo	11	72	38,616
	Abril	9	67	17,315
	Mayo	8	67	17,255
	Junio	40	63	93,118
	Julio	20	57	58,786
	Agosto	11	62	24,336
	Setiembre	13	66	42,364
	Octubre	5	57	15,470
Total 2007		122	64	318,623
Total general		157	65	413,287

5.1.9. DIAGRAMA DE CAUSA RAÍZ – ISHIKAWA

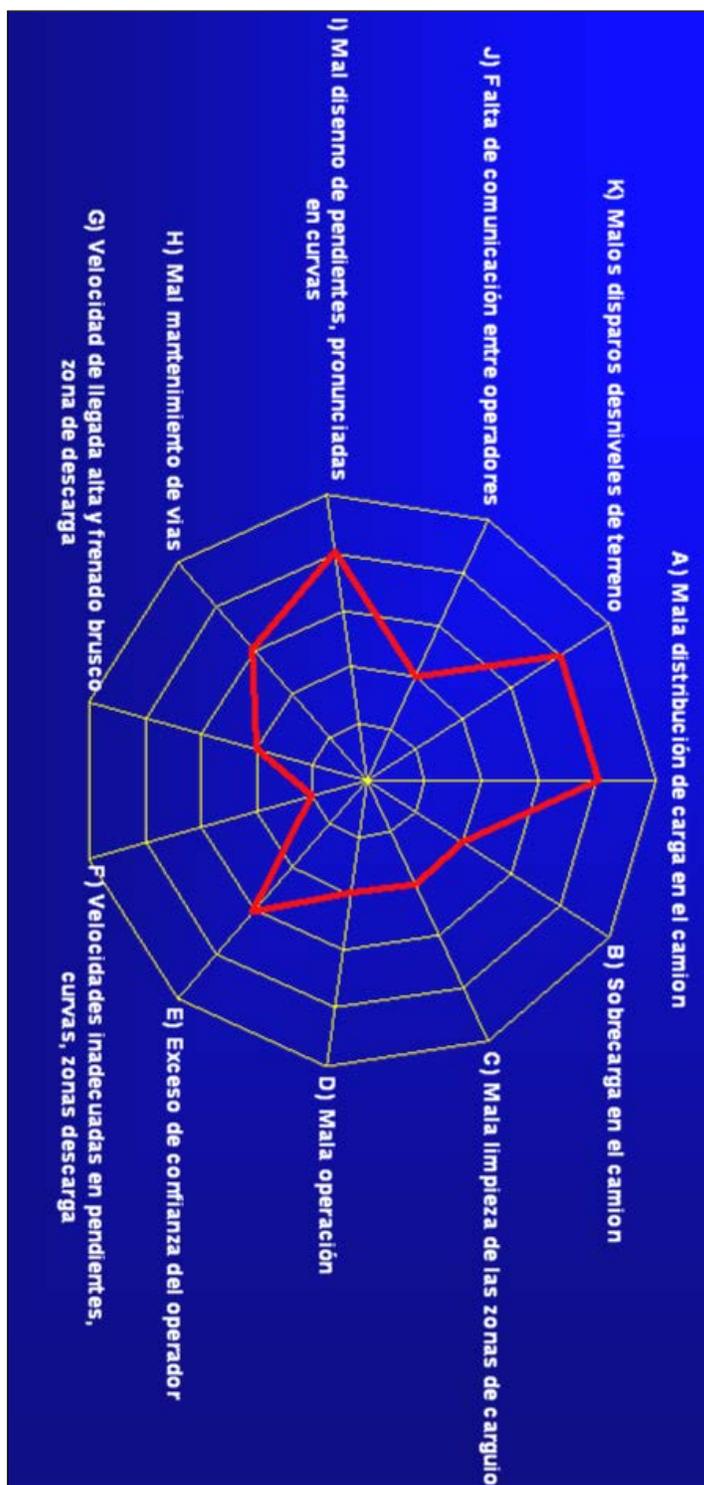


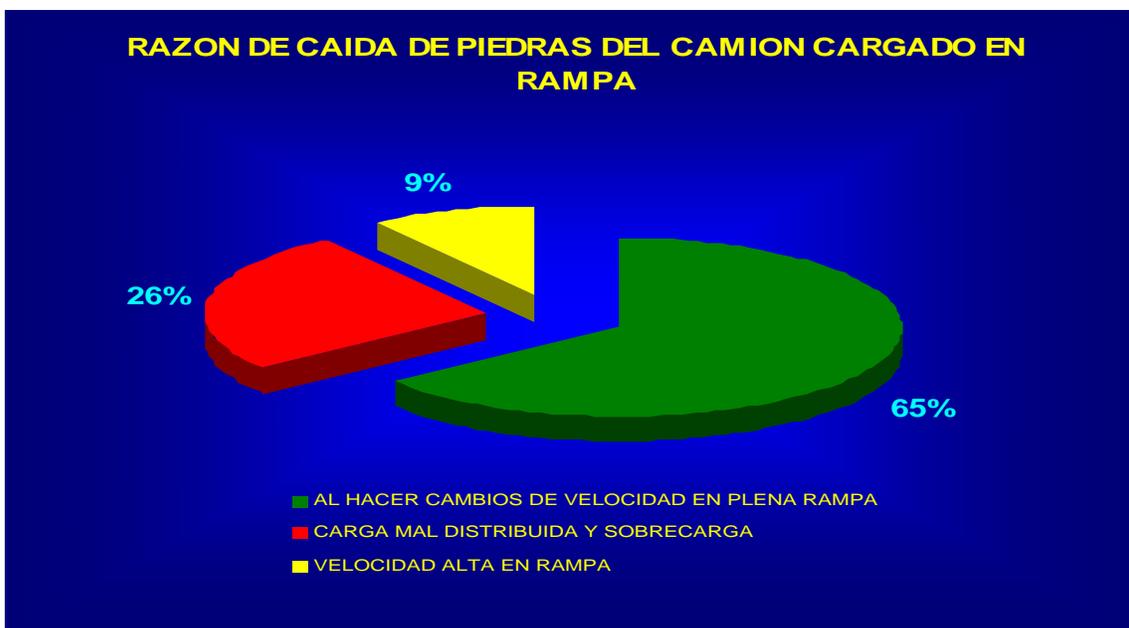
5.1.10. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

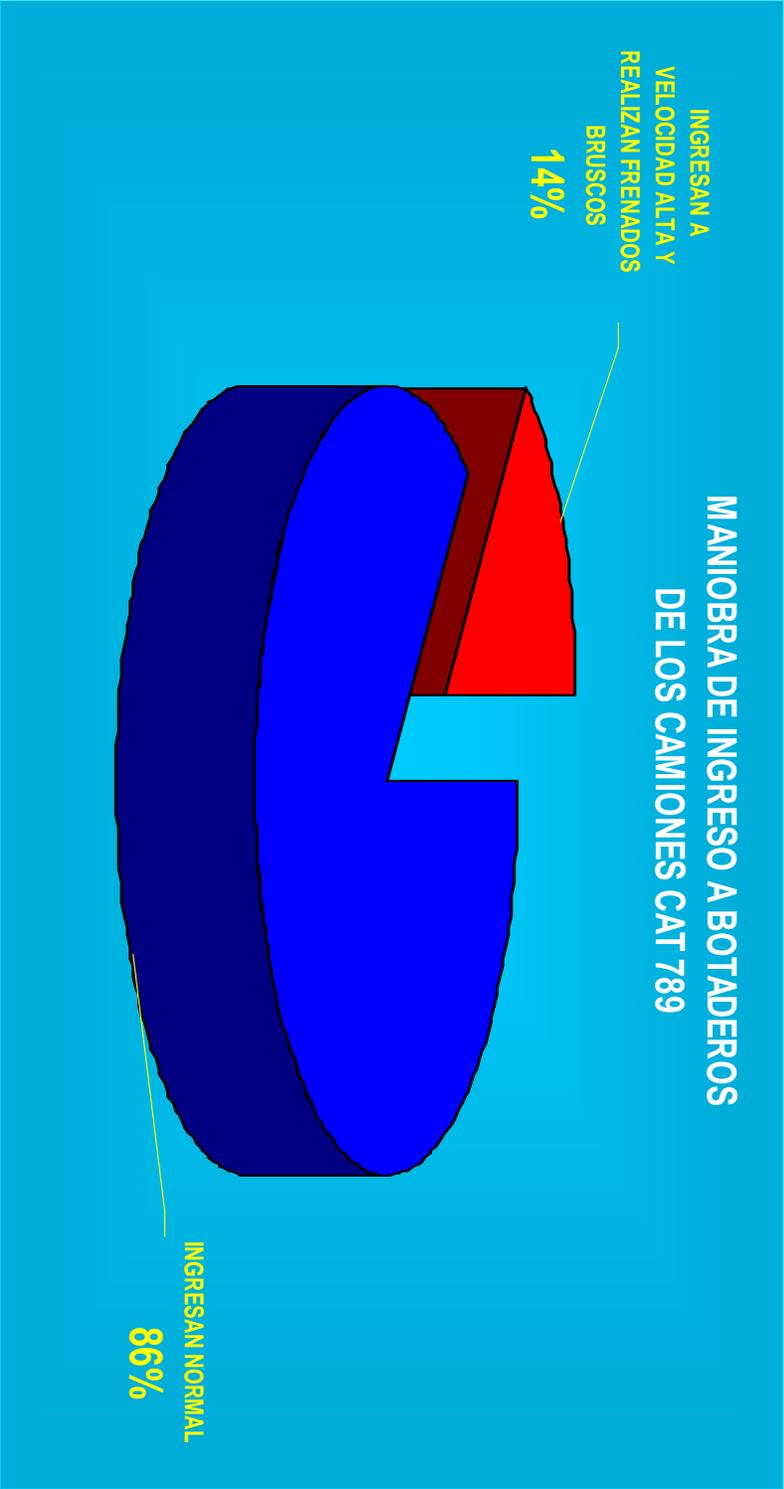
MEJORA DE COMO EVITAR EL CORTE CON PIEDRA DE LOS NEUMÁTICOS			
AREAS DE CARGA	AREAS DE DESCARGA	ACCESOS	PERSONAL
MEJOR OPERACION AL CARGAR MATERIAL AL CAMIÓN, MEJOR DISTRIBUCION DE CARGA Y MENOS SOBRECARGA	MEJORAMIENTO DE LAS VELOCIDADES ALTAS AL LLEGAR A LOS BOTADEROS	MENOR VELOCIDADES ALTAS EN CURVAS Y PENDIENTES	MEJOR COMUNICACION PARA LIMPIEZA DE ALGUNA ZONA DE TRABAJO
MEJOR OPERACION AL CUADRAR EL CAMIÓN, MANTENIENDO LA HUELLA Y EVITANDO PISAR PIEDRAS AL PIE DE LOS TALUDES	MENOR FRENADO BRUSCO AL LLEGAR A LOS BOTADEROS	INGRESAN Y MATAN CORRECTAMENTE LA VELOCIDAD EN LAS RAMPAS	MAYOR INTERES Y REPORTE EN EL CUIDADO Y ESTADO DE LAS LLANTAS
MEJOR LIMPIEZA DE FRENTES DE CARGUIO CON EL EQUIPO AUXILIAR Y MAYOR COMUNICACION DE LOS OPERADORES PARA QUE SE REALICE	MEJOR MANIOBRAS AL DESCARGAR, EVITANDO CHOCAR LAS LLANTAS TRASERAS DEL CAMIÓN LAS BERMAS	EVITAN HACER CAER PIEDRAS EN RAMPAS	
	MEJOR LIMPIEZA Y LASTRADO DE MATERIAL EN LOS BOTADEROS	MEJORES ACCESOS, (RAMPAS, CURVAS, ETC.)	

Encuesta de Evaluación de Rendimiento de Neumáticos

Porque se malogran los neumáticos?







5.1.11. HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL CUIDADO DE NEUMÁTICOS

Diagrama de afinidad



Diagrama de afinidad

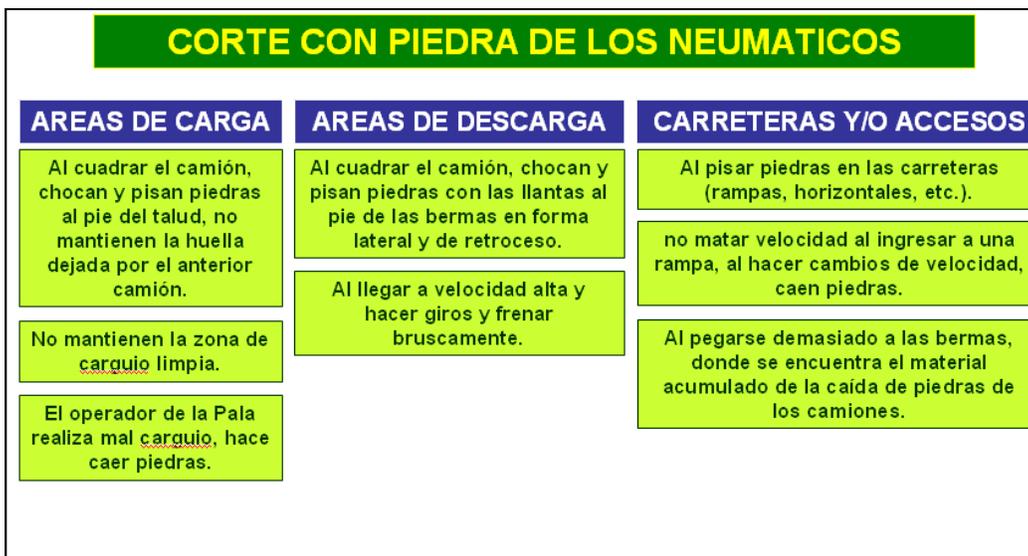
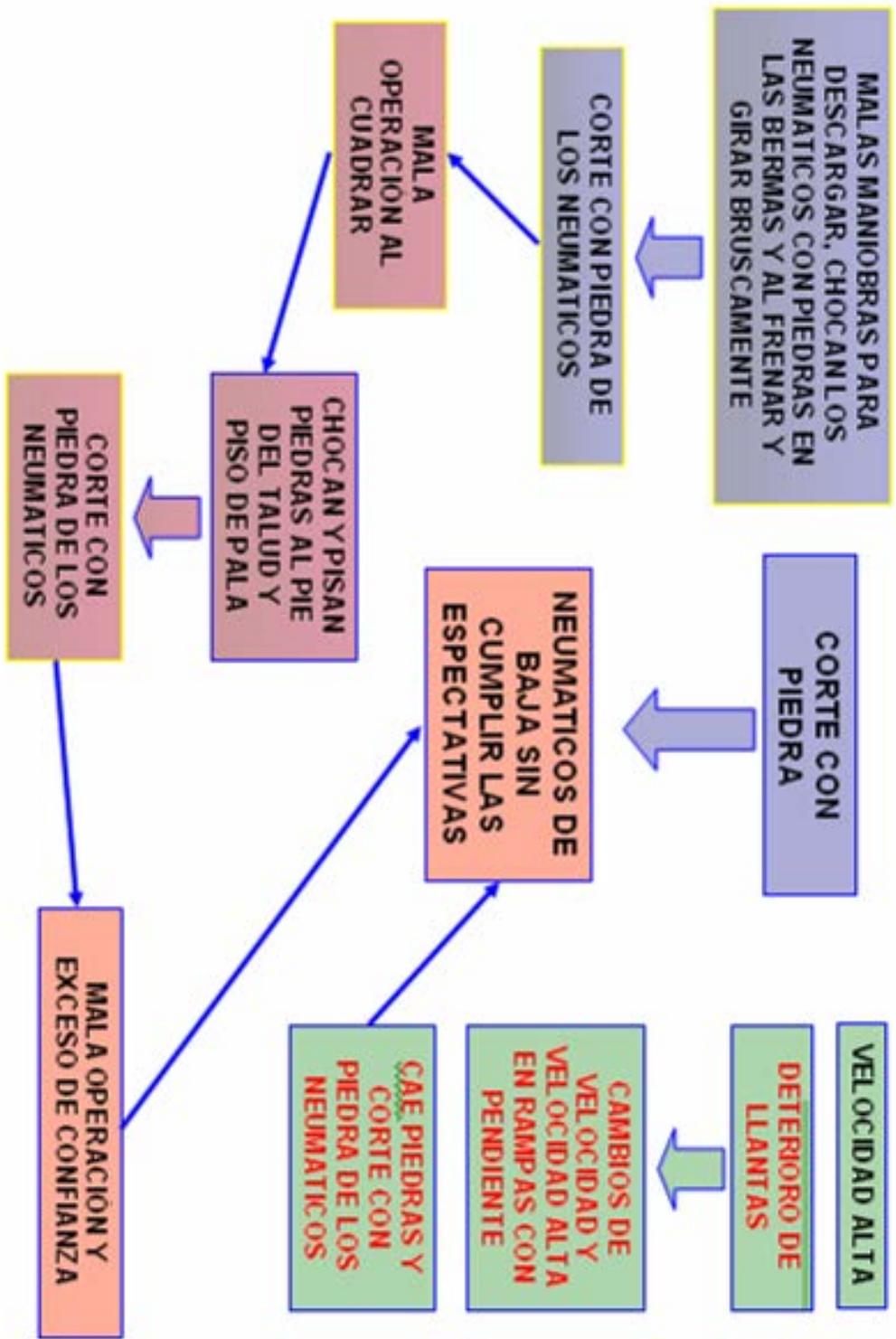
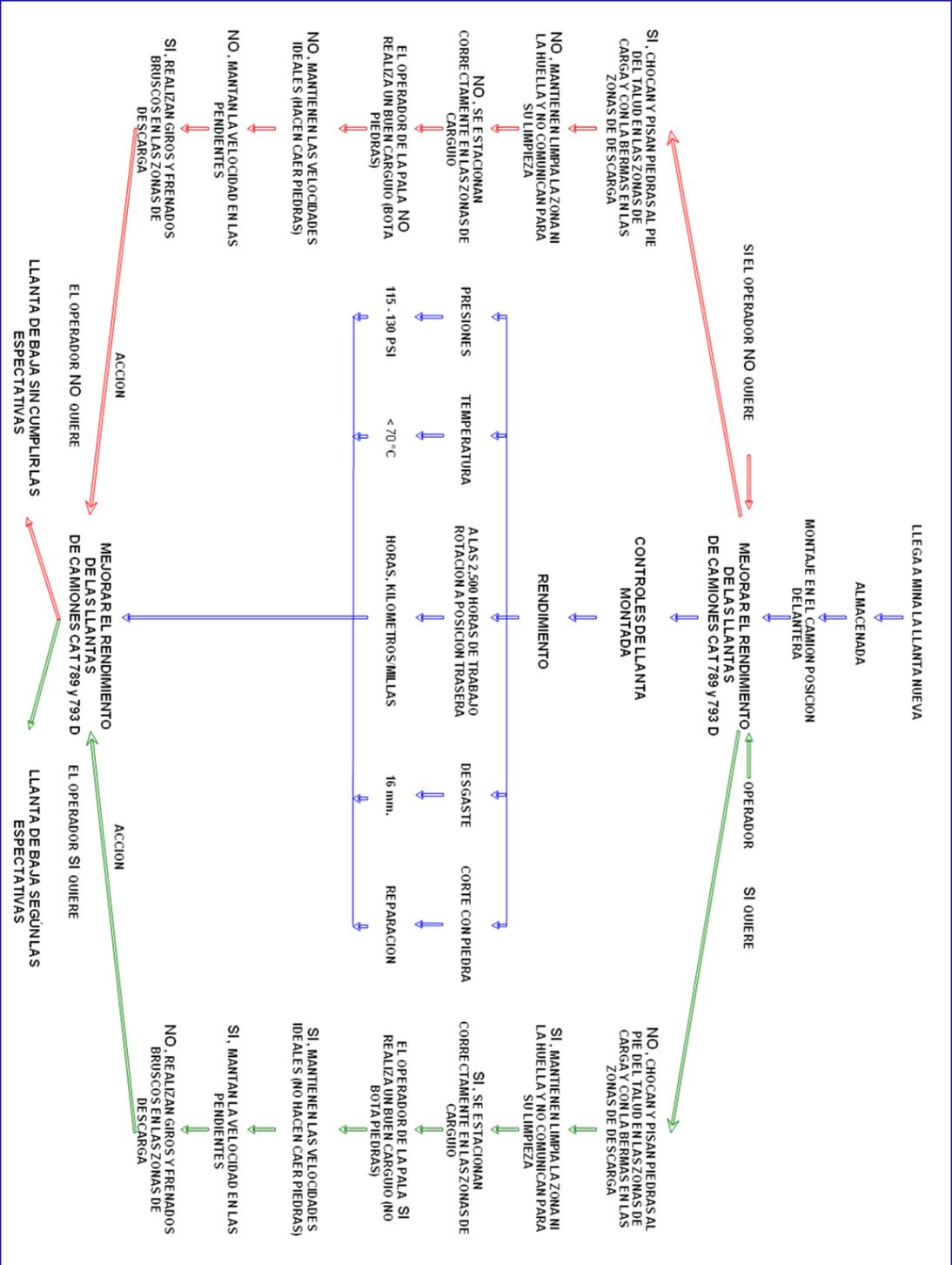


Diagrama de Relación



Maapeo Proceso - Neumático (Llanta)



5.1.12. FORMULA DE ESTIMACIÓN DE BENEFICIO

Costo aproximado de Remanente por tipo de neumático

Tamaño	CAT	Remanente (mm)	Costo (US\$/mm)
42/90R57	789 A&B	97	167
40.00R57	793 D	97	169
46.90R57	793 D	97	190

Calculo de Dinero perdido aproximado por Neumático

Año	Cantidad	Promedio Remanente (mm)	Objetivo Desgaste (mm)	Costo (US\$/mm)	Dinero perdido (US\$/mm)
2004	93	29	20	167	139,779
2005	94	21	20	167	15,698
2006	113	33	20	167	245,323

El objetivo es minimizar el dinero que se pierde por neumático y se llegara cuando se aumente el rendimiento de los neumáticos y lleguen a la meta extendida a un RTD (mm) igual o menor a 20mm cuando se da de baja.

RTD (mm): Es la profundidad del remanente de la banda de rodado del neumático (remaining tread depth).

5.1.12. RESULTADO DEL ISHIKAWUA

Del análisis causa raíz se pudo identificar 7 oportunidades para el rendimiento de los neumáticos:

- Mejora en acceso y rampas (caída de roca).
- Mejora Puntos de Carguio.
- Mejora en puntos de descarga (Un programa de mantenimiento)
- Capacitación del cuidado de neumáticos a los operadores.
- Mejor control de los neumáticos diariamente.
- Control de TKPH en línea (Implementación en el dispatch)
- Supervisión en operaciones mina.
- Proponer constantemente un tractor de rueda para vías de la mina.

CAPITULO VI MEJORAMIENTO DEL PERFORMACE

6.1. MEJORAMIENTO EN EL CONTROL DE NEUMÁTICOS

6.1.1. GESTIÓN DEL INGENIERO DE NEUMÁTICOS

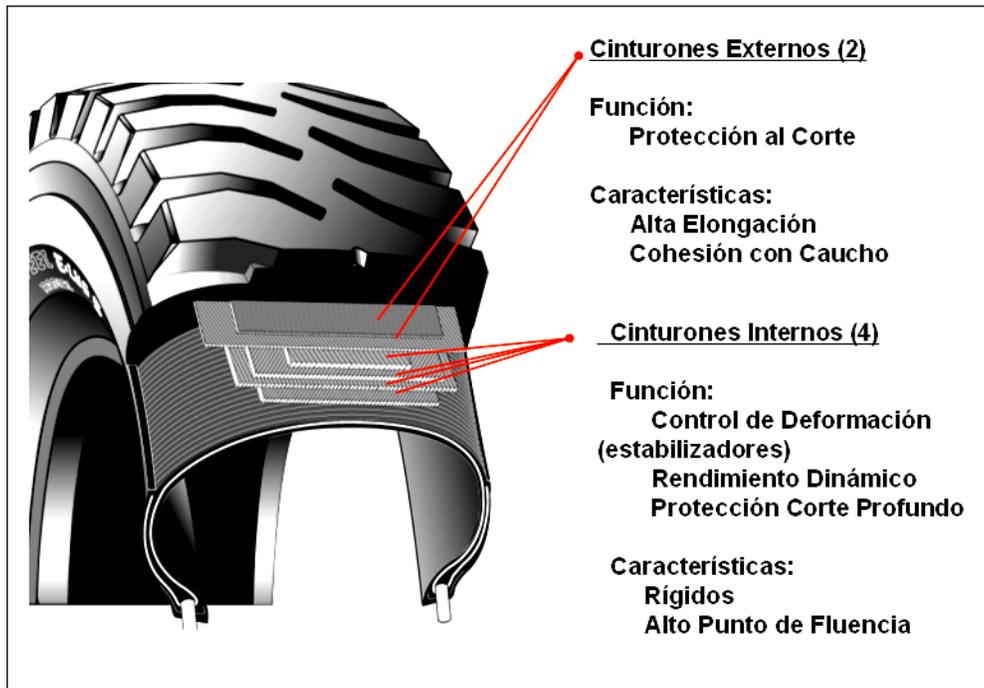
A).- Implementación de Base Datos Neumáticos en Macros Excel.

Actualmente se tiene implementado una base datos en macros de excel (visual Basic) en el que el ingeniero de neumáticos lleva diariamente los cortes que se presenta en cada turno de trabajo y a la vez se realiza la investigación de lo sucedido. El ingeniero de neumáticos lleva en todo momento sus herramientas a utilizar en campo:

- Un Vernier
- Un Medidor de presión de aire neumático OTR.
- Tiza especial para neumático OTR a colores.
- Spray color rojo.
- Herramienta para el retiro de la roca en el neumático.

Base de Datos de los tipos de cortes de neumáticos en Macros excel

Funciones de los cinturones en el corte de los neumáticos:



Reporte de Llamada de atención y formato de face to face en el cuidado de neumáticos:

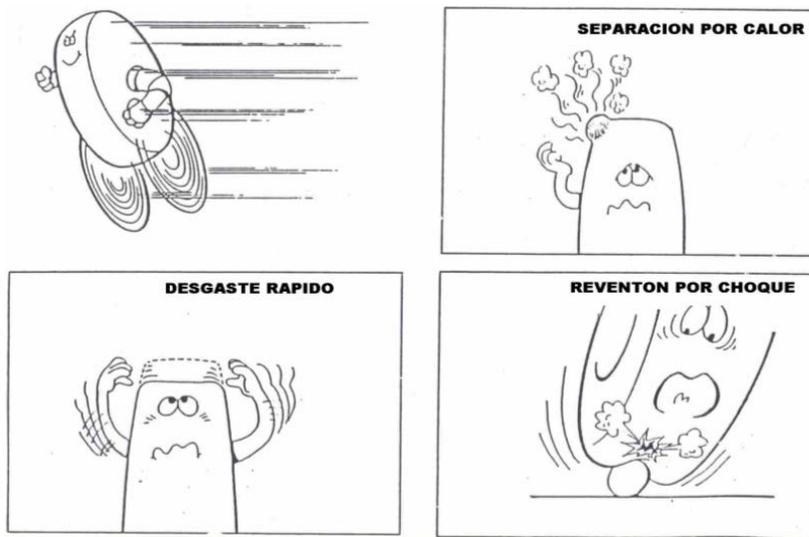
<p>sociedad minera cerro verde s.a.a.</p> <p>FECHA : 2007, Marzo 21 A : Jorge Bernal DE : Tomás Gonzáles ASUNTO : LLAMADA DE ATENCIÓN</p> <p>Jorge, el reporte que se adjunta al presente muestra la forma como se originó el corte de la llanta N° 1 del camión 103 a tu cargo el día 20 de marzo durante el turno "C": Se produjo un corte en la banda de rodamiento (toca cuerdas). Como se pudo observar, la llanta tiene 1364 horas operativas y sin daños en la superficie de rodadura, lo que también se demuestra en los 85 milímetros de remanente de goma por gastar. El corte es de una profundidad de 90 mm pasante y 6 cm de largo.</p> <p>Como es de tu conocimiento, la responsabilidad del cuidado de las llantas del camión es del operador, ya que es la persona que conduce, tiene el control en todo momento y es quien decide el lugar por donde pasaran sus llantas; y en casos extremos debe solicitar la limpieza de los accesos y los frentes de carguío para retirar el material o finalmente parar el camión hasta que se limpie el área de trabajo.</p> <p>Este es una llamada de atención escrita para que acciones como la ocurrida que dañó la llanta se puedan evitar identificando los peligros que pueden ocasionar una roca, cuidando así tu seguridad, la del equipo a tu cargo y evitando daños prematuros en las llantas. Esperando que a futuro realices tu trabajo con la calidad acostumbrada y que incidentes como éste no se repitan, me despido.</p> <p>Atentamente.</p> <p><i>Tomás Gonzáles</i> Supervisor de Operaciones Mina SMCVSA</p> <p><i>Jorge Bernal</i> c.c. Recursos Humanos división personal</p>	<p>COMUNICACIONES UNO A UNO</p> <p>ENTREVISTADOR NOMBRE: E. DE LA CRUZ REGISTRO: 67007 ÁREA: Op Mina</p> <p>ENTREVISTADO NOMBRE: Guido Quevedo REGISTRO: 14516 ÁREA: MINA FECHA: 20/03/07</p> <p>ASUNTO Cuidado de los neumáticos 103 chequeo de los nuevos cortes con el operador.</p> <p>COMENTARIOS Y OBSERVACIONES</p> <p><i>[Signatures]</i> Entrevistador Entrevistado</p>
---	--

B).- Control, medición y reporte de corte de Neumáticos.

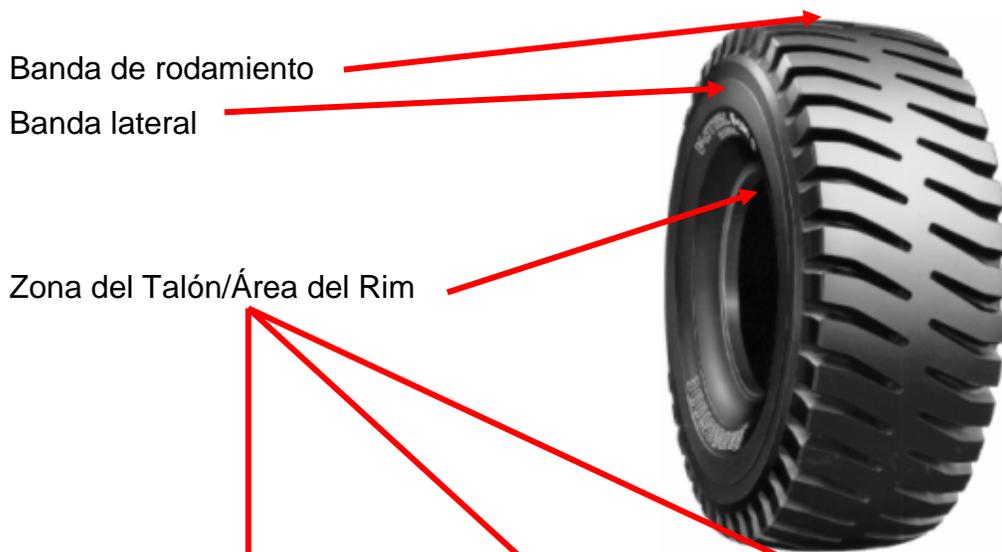
Factores que influyen en el rendimiento de los neumáticos

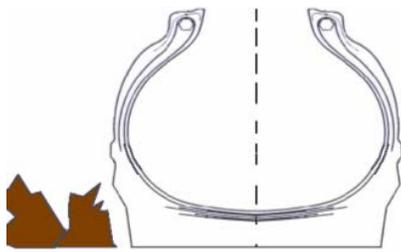


Averías del neumático debido al exceso de velocidad.



Inspección de los Neumáticos en Campo-Operaciones Mina





Corte en el Hombro
(SHOCUT)

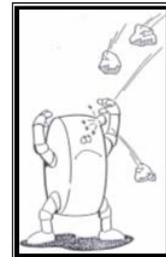
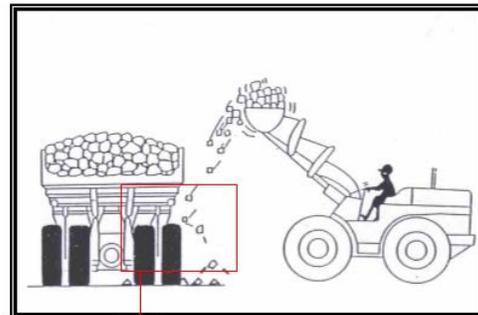


BS 59/80R63 VELSY

Corte Lateral
(SCUT)

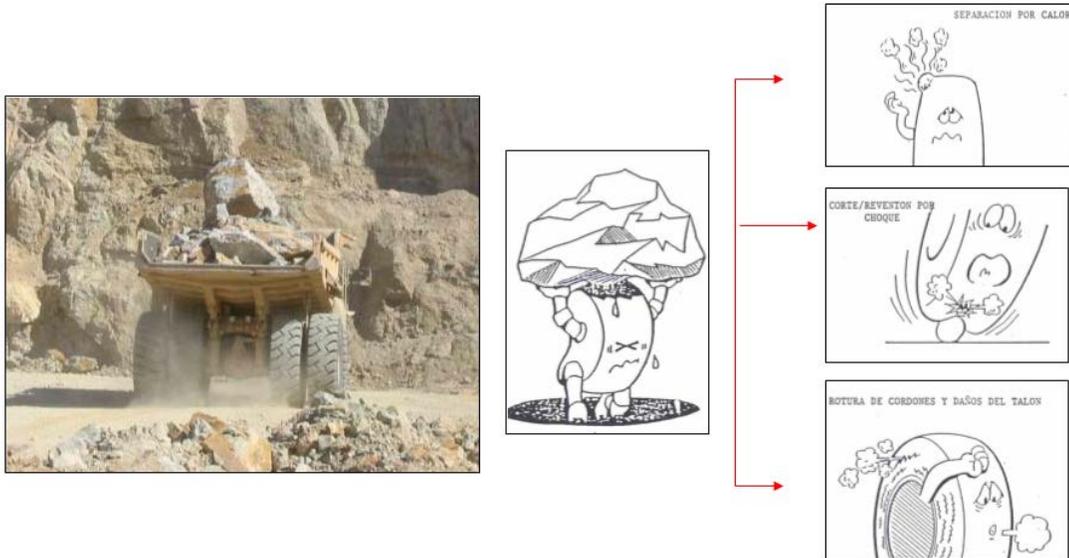


Daños en los neumáticos debido exceso de carga y caída de material



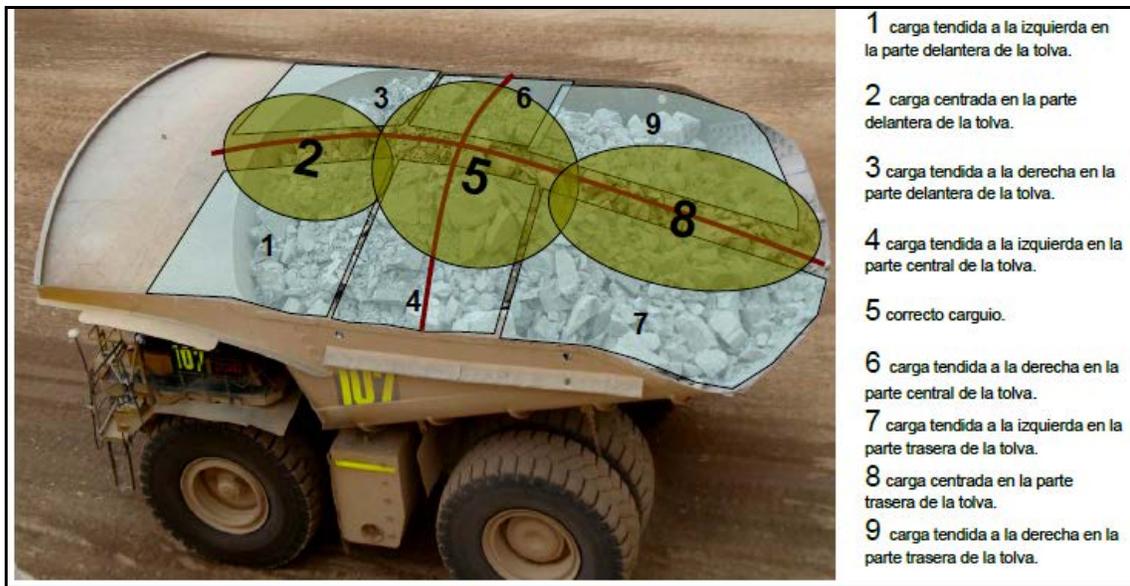
Se debe evitar el exceso de carga ya que la caída de material provoca cortes en los neumáticos, ésta es netamente responsabilidad del operador de pala.

Daños en los neumáticos debido exceso de cargas o sobrepeso



El sobre peso en los camiones produce:

- Sobrecalentamiento en los neumáticos.
- Mayor impacto de choque con las rocas.
-



- Fatiga de material en zona de hombro y talón.

C).- Registro y reporte de los daños de los neumáticos

Registro de medición de cortes inicio de cada turno, evaluación de daño (profundidad y longitud) e investigación del daño del neumático.

REPORTE DE DAÑO LLANTA	
R140 0409	FECHA: 07-Abr-09
LLANTA DAÑADA:	REPORTE:
POSICIÓN 5	OPERADOR Manuel Turpo
CÓDIGO 1081025	CAMIÓN CAT 106
RTD (mm) 52	TURNO B
HORAS aprox 5,379	INVOLUCRADO:
MILLAS aprox 47,873	FECHA 07-Abr-09
	TURNO B
	OPERADOR Manuel Turpo
	SUPERVISORES Augusto Alvarez
	Arturo Lazo
LUGAR Y RUTA	
El CAT 106 estuvo trabajando en la siguiente ruta: P10 al Bot 30Nor_2 al inicio del turno B.	
* Siendo las 16:57 horas del 07-04-09 B saliendo del piso del Bot 30Nor_2 la llanta #5 del camión 106 operador por el Sr. Manuel Turpo, sufre un sufre un reventón producto de un impacto instantaneo	
CAUSA DEL DAÑO:	
Consecuencia de un impacto por roca.	
DAÑO:	
Llanta #5 REVENTON EN ZONA DE LA BANDA DE RODAMIENTO	
FOTOS DE REFERENCIA:	

INVESTIGACIÓN DEL CORTE DE LLANTA:



* Como se puede observar en las fotos mostradas arriba el piso de del Bot 30Nor_2 estuvo en buenas condiciones, sobre todo en el lado derecho, además de contar con un frente de descarga

* De lo expuesto líneas arriba se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. La llanta a pesar de ser una llanta reparada por RENOVA, se encontraba en buenas condiciones y tenía aún un buen remanente 52mm.
2. El operador probablemente no se percató de la presencia de rocas en el piso antes de ingresar a la zona de descarga.
3. Al ingresar a la zona de descarga pegó demasiado el camión hacia la berma de descarga ocasionando que la roca se incruste en al llanta posición #5.
4. Posible posicionamiento de roca en el piso de las llantas #5 como consecuencia de su caída durante la descarga de los camiones.

MEDIDAS A TOMAR

- 1.- La llanta fue retirada inmediatamente de la operación y enviada a talleres para su cambio respectivo.
- 2.- La llanta fue dada de baja SCRAP
- 3.- Retroalimentación acerca del daño con fotos ejemplo y las consecuencias.
FACE TO FACE OPERADOR INVOLUCRADO Manuel Turpo
* Se adjunta face to face al operador

Uso del Vernier en la medición del remanente del neumático.



D).- Auditoria de Neumáticos.

El ingeniero de neumáticos realiza diariamente la auditoria de los neumáticos de los CAT 789 A&B y CAT 793 D para llevar un buen control de los neumáticos.

Formato de Auditoria de Neumáticos

Auditoria N°	A9 0307	FECHA		
		DIA	MES	AÑO
		26	MARZO	2007

AUDITORIA DE LLANTAS																																																			
<table border="1"> <tr><td>tire code</td><td>106-1-062</td></tr> <tr><td>Ope. Hour</td><td>1522</td></tr> <tr><td>Ope. Miles</td><td>15372</td></tr> <tr><td>RTD mm</td><td>84</td></tr> <tr><td>State</td><td>Cortes leves en BR</td></tr> </table>	tire code	106-1-062	Ope. Hour	1522	Ope. Miles	15372	RTD mm	84	State	Cortes leves en BR	1	<table border="1"> <tr><td colspan="2">CAT</td></tr> <tr><td colspan="2">102</td></tr> <tr><td colspan="2">40.00R57</td></tr> <tr><td>EIA</td><td>VRDPY</td></tr> </table>	CAT		102		40.00R57		EIA	VRDPY	<table border="1"> <tr><td>tire code</td><td>106-1-063</td></tr> <tr><td>Ope. Hour</td><td>1522</td></tr> <tr><td>Ope. Miles</td><td>15372</td></tr> <tr><td>RTD mm</td><td>81</td></tr> <tr><td>State</td><td>Cortes leves BR</td></tr> </table>	tire code	106-1-063	Ope. Hour	1522	Ope. Miles	15372	RTD mm	81	State	Cortes leves BR	2																			
tire code	106-1-062																																																		
Ope. Hour	1522																																																		
Ope. Miles	15372																																																		
RTD mm	84																																																		
State	Cortes leves en BR																																																		
CAT																																																			
102																																																			
40.00R57																																																			
EIA	VRDPY																																																		
tire code	106-1-063																																																		
Ope. Hour	1522																																																		
Ope. Miles	15372																																																		
RTD mm	81																																																		
State	Cortes leves BR																																																		
<table border="1"> <tr><td>tire code</td><td>106-1-014</td></tr> <tr><td>Ope. Hours</td><td>5267</td></tr> <tr><td>Ope. Miles</td><td>53197</td></tr> <tr><td>RTD mm</td><td>44</td></tr> <tr><td>State</td><td>Cortes en BR</td></tr> <tr><td></td><td>2 cortes fuertes en BL</td></tr> </table>	tire code	106-1-014	Ope. Hours	5267	Ope. Miles	53197	RTD mm	44	State	Cortes en BR		2 cortes fuertes en BL	3	<table border="1"> <tr><td>tire code</td><td>106-1-011</td></tr> <tr><td>Ope. Hour</td><td>5200</td></tr> <tr><td>Ope. Miles</td><td>48093</td></tr> <tr><td>RTD mm</td><td>83</td></tr> <tr><td>State</td><td>Cortes en BR</td></tr> <tr><td></td><td>Corte entre calugas 55mm x 10 cm (R)</td></tr> </table>	tire code	106-1-011	Ope. Hour	5200	Ope. Miles	48093	RTD mm	83	State	Cortes en BR		Corte entre calugas 55mm x 10 cm (R)	4	<table border="1"> <tr><td>tire code</td><td>106-1-019</td></tr> <tr><td>Ope. Hour</td><td>4386</td></tr> <tr><td>Ope. Miles</td><td>44299</td></tr> <tr><td>RTD mm</td><td>57</td></tr> <tr><td>State</td><td>Corte BR 65mmx10cm(R)</td></tr> </table>	tire code	106-1-019	Ope. Hour	4386	Ope. Miles	44299	RTD mm	57	State	Corte BR 65mmx10cm(R)	5	<table border="1"> <tr><td>tire code</td><td>106-1-008</td></tr> <tr><td>Ope. Hour</td><td>5455</td></tr> <tr><td>Ope. Miles</td><td>55096</td></tr> <tr><td>RTD mm</td><td>40</td></tr> <tr><td>State</td><td>Corte BL 12 cm</td></tr> </table>	tire code	106-1-008	Ope. Hour	5455	Ope. Miles	55096	RTD mm	40	State	Corte BL 12 cm	6
tire code	106-1-014																																																		
Ope. Hours	5267																																																		
Ope. Miles	53197																																																		
RTD mm	44																																																		
State	Cortes en BR																																																		
	2 cortes fuertes en BL																																																		
tire code	106-1-011																																																		
Ope. Hour	5200																																																		
Ope. Miles	48093																																																		
RTD mm	83																																																		
State	Cortes en BR																																																		
	Corte entre calugas 55mm x 10 cm (R)																																																		
tire code	106-1-019																																																		
Ope. Hour	4386																																																		
Ope. Miles	44299																																																		
RTD mm	57																																																		
State	Corte BR 65mmx10cm(R)																																																		
tire code	106-1-008																																																		
Ope. Hour	5455																																																		
Ope. Miles	55096																																																		
RTD mm	40																																																		
State	Corte BL 12 cm																																																		

			
llanta 3: Corte en BL	llanta 4: corte entre calugas 55mm x 10 cm	llanta 5: corte BR 65mm x 10cm	llanta 6: corte BL 12cm

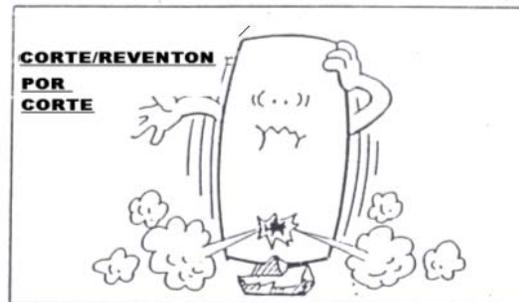
E).- Auditoria de Punto de puntos de carguio, accesos y descarga.

La auditoria se realiza diario al inicio, durante y después de cada turno con el objetivo del cuidado de los neumáticos.

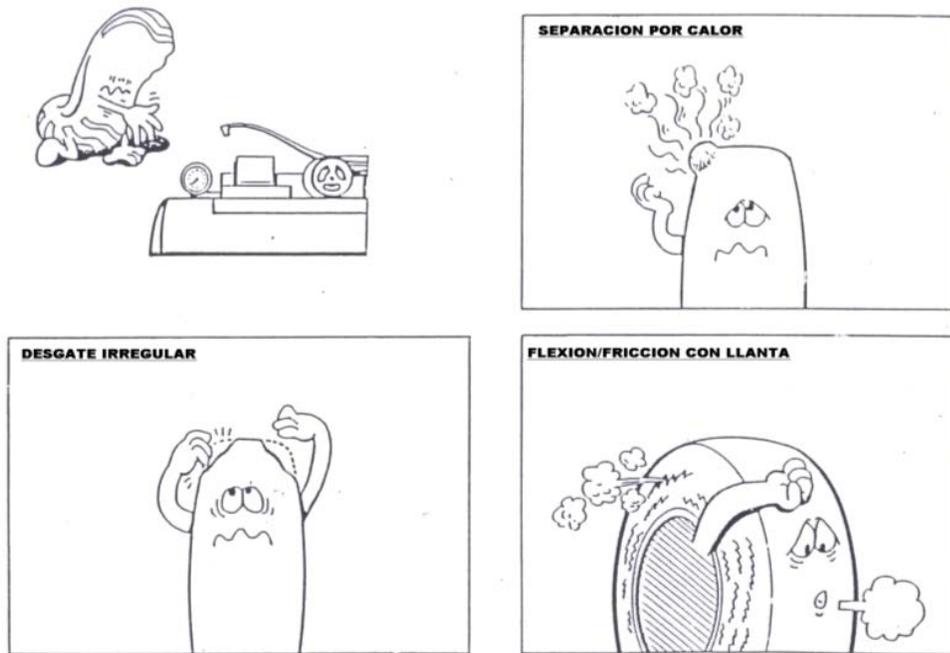
REPORTE DIARIO DE ESTADO DE PISOS DE PALAS			FECHA	
			30	abril 2007
			HORA 09:00 a.m.	
PALA 10  BUEN ESTADO DEL PISO	PALA 9  LADO DERECHO BUEN ESTADO NECESITA REDUCIR LO MOJO LADO DERECHO	PALA 8  TRASLADANDOSE		
PALA 7  FALTA MEJORAR LADO IZQUIERDO DE LA PALA SE RECOMIENDA CARGAR POR UN SOLO LADO ANGOSTO	PALA 6  AMBOS LADOS PRESENCIA DE MATERIAL GRUESO FALTA REFINAR	OTRAS 		

F).- Control de la presión.

Averías del neumático debido a la sobre presión.

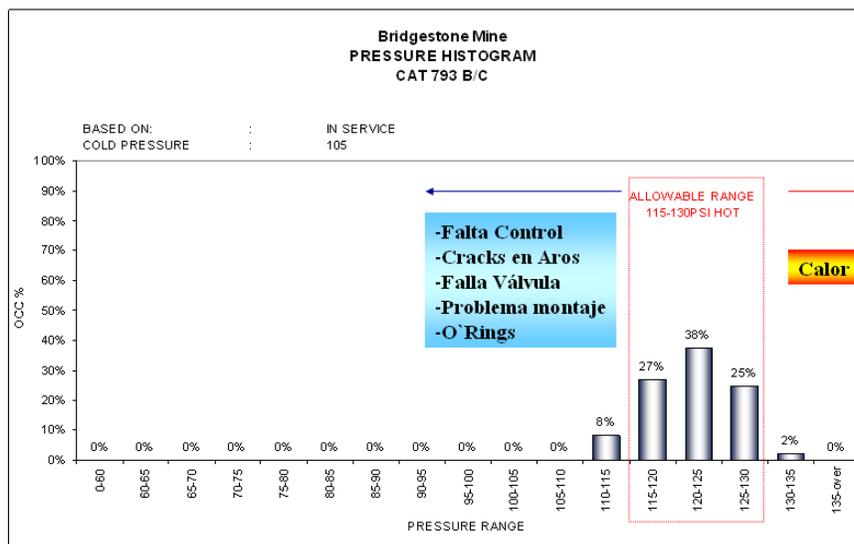


Averías del neumático debido a la baja presión.

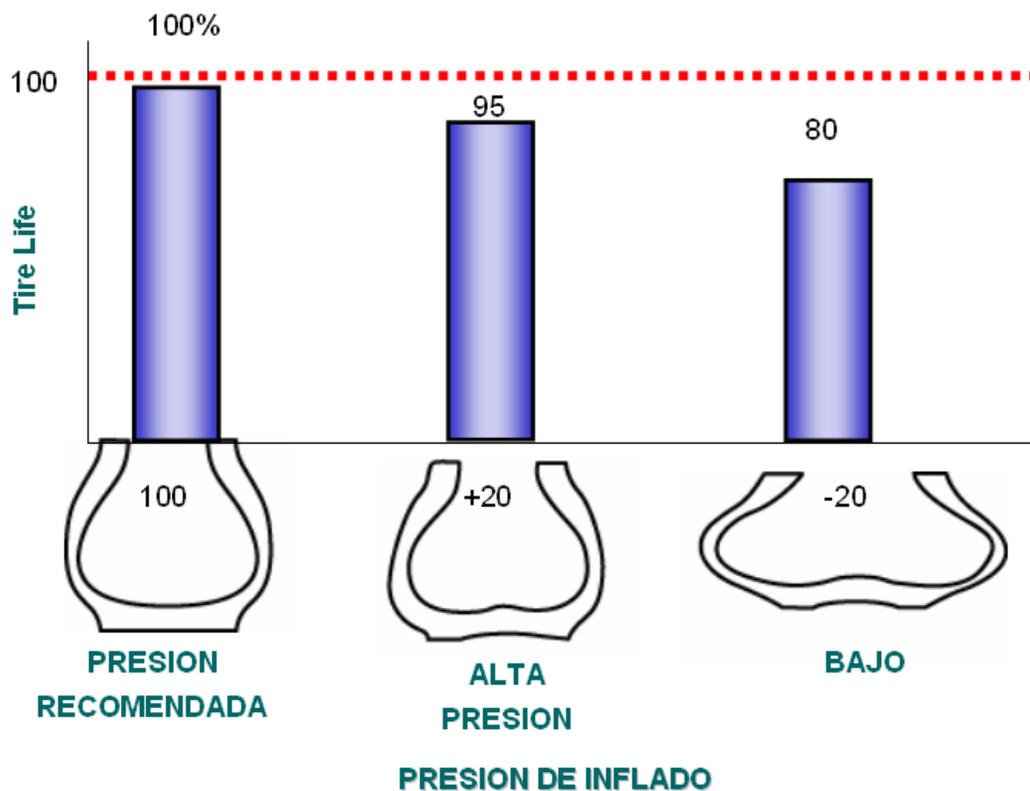


El control de Presión de aire de lo neumáticos se realiza en el servicio y si es necesario en las operaciones.

Reporte de Medición de presión en los neumáticos



La presión también es importante para el rendimiento de un neumático



Parámetros de Diseño de neumáticos

Medida de neumático	Código TRA Aplicación	Diseño	Clasif. De Estrella	Tipo	Medidas aproximadas con neumático inflado								OTD	Espaciamento dual mínimo		
					DE		AE		RCE		ACE			mm	pulgada	mm
					pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm				
4290R57	E4	VRDP	* 2	T/L	136.1	3456	41.7	1060	60.6	1539	47.7	1210	97	52.1	1323	
40.00R57	E4	VRDP	* 2	T/L	140.7	3575	43.6	1108	62.6	1591	49.8	1264	97	53.6	1361	
4690R57	E4	VRDP	* 2	T/L	140.7	3575	45.1	1145	62.4	1586	51.1	1299	97	55.6	1412	

Medida	Temperatura (°C)	Valor TKPH (Ton - km/hr)
46/90R57	22	1.107
40.00R57	22	1.075
42/90R57	22	995
Medida	Presión Frío (PSI)	Presión Caliente (PSI)
46/90R57	110	125 - 130
40.00R57	110	125 - 130
42/90R57	110	125 - 130
Medida	Capacidad Carga (TM)	Temperatura Externa (°C)
46/90R57	62	65 - 70
40.00R57	60	65 - 70
42/90R57	53	65 - 70
Camión	Carga Nominal (TM)	
CAT 793D	240	
CAT 789 A&B	180	

G).- Control de la temperatura de los neumáticos.

Para realizar el control se usa dos métodos:

- Medición de la temperatura por la pistola láser de Neumáticos (temperatura externa)
- Medición por termocuplas (apoyo de Bridgestone).

Medición de Temperatura externa del neumático (Termocuplas)



Características del Neumático por tipo

Medida	Capacidad Carga (TM)	Temperatura Externa (°C)
46/90R57	62	65 - 70
40.00R57	60	65 - 70
42/90R57	53	65 - 70

H).- Seguimiento del TKPH diario

Para realizar el control del TKPH se realiza de dos maneras:

- Toma de Datos en campo del TKPH.
- Control del TKPH por el Dispatch (Implementación actual).

Control del TKPH

El TKPH se define de la siguiente manera:

$$\text{TKPH} = \text{TON} \times \text{KM/HR}$$

$$\text{TKPH} = \text{MTL} \times \text{AWSS}$$

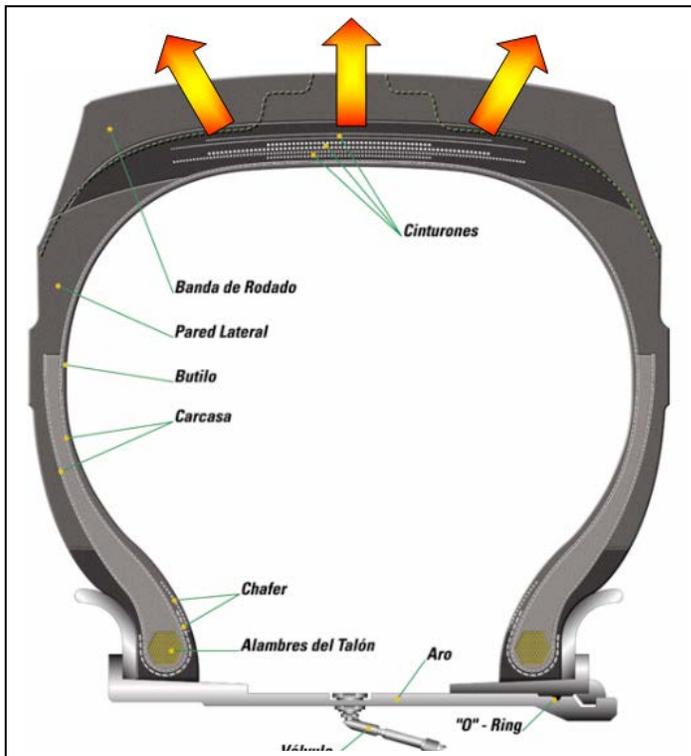
MTL: MEAN TIRE LOAD (CARGA PROMEDIO NEUMÁTICO)

AWSS: AVERAGE WORK SHIFT SPEED (VELOCIDAD PROMEDIO CICLO)

Características del Neumático por tipo:

Medida	Temperatura (°C)	Valor TKPH (Ton - km/hr)
46/90R57	22	1,107
40.00R57	22	1,075
42/90R57	22	995

Condición del Neumático:



**GENERACION DE CALOR
POR FRICCION INTERNA**

**LIMITACIONES POR
CONDICIONES DE
OPERACIÓN TKPH**

**Tipo de Separación de la Banda del neumático por la alta temperatura
(TKPH)**



**SEPARACIÓN
POR CALOR**



Heat Separation
(Generación de Calor)

Uds. pueden detectar las separaciones por calor

- 1.- Las separaciones por calor despiden gases volatiles, los cuales son muy característicos. Aprenda su olor y avise si lo detecta en su equipo o en de un colega.

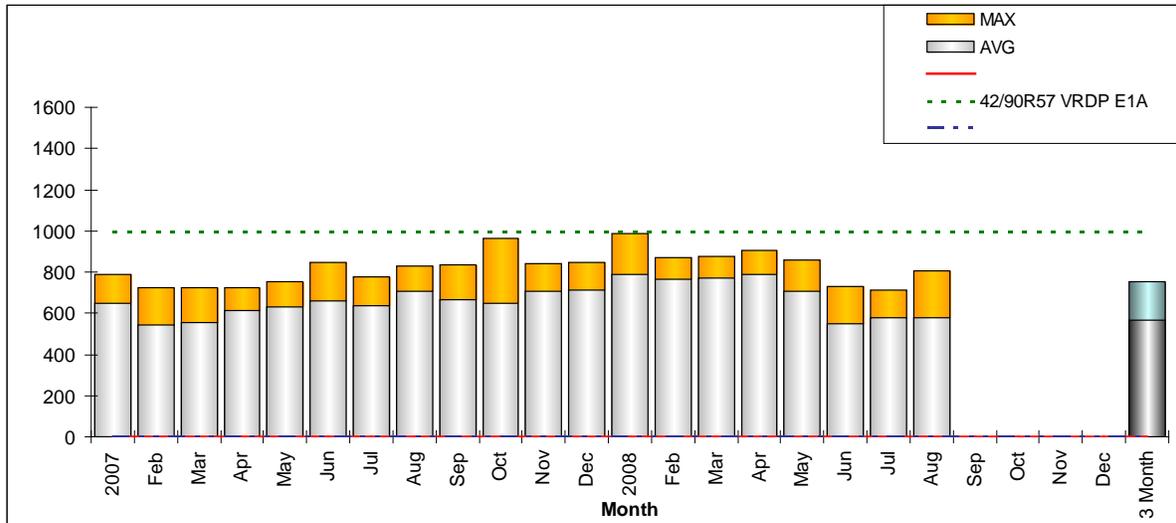
- 2.- Los gases del caucho quemado o derretido son combustibles, tome precauciones.

- 3.- Si detecta separaciones o protuberancias en el neumático, avise inmediatamente a su supervisor, antes de utilizar el equipo.

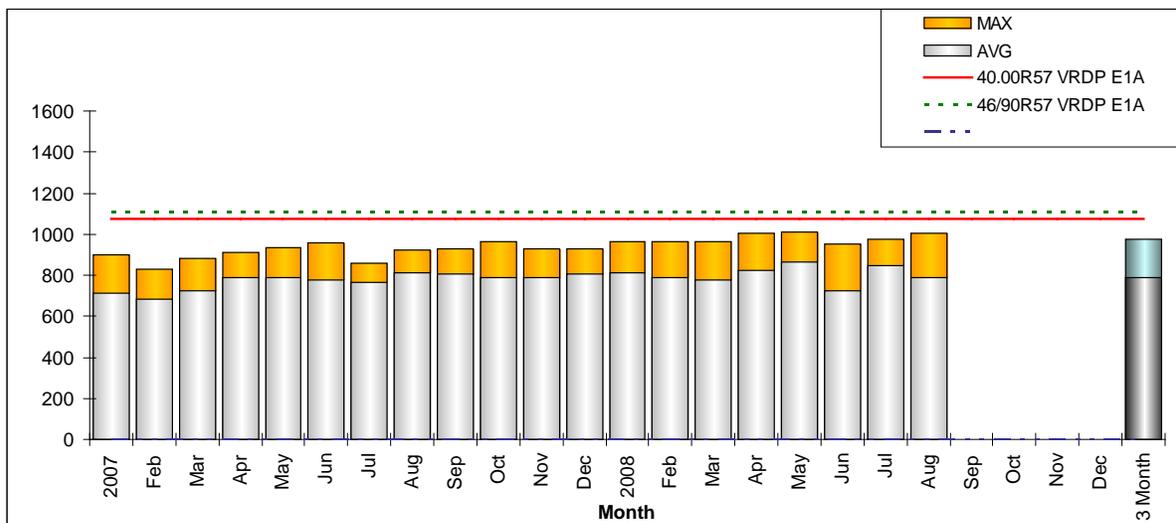
4.- Monitoreo en tiempo real del TKPH en el dispatch (actualmente se esta implementando).

Reporte de TKPH por Tipo de Neumático (CAT 789 A&B y 793 D)

CERRO VERDE MINE CAT 789 A&B Operational TKPH



CERRO VERDE MINE CAT 793D Operational TKPH



I).- Pesaje mensual para control de la carga del CAT 789 A&B y 793 D.

El pesaje de los CAT 789 A&B y 793 D se realiza con el objetivo de:

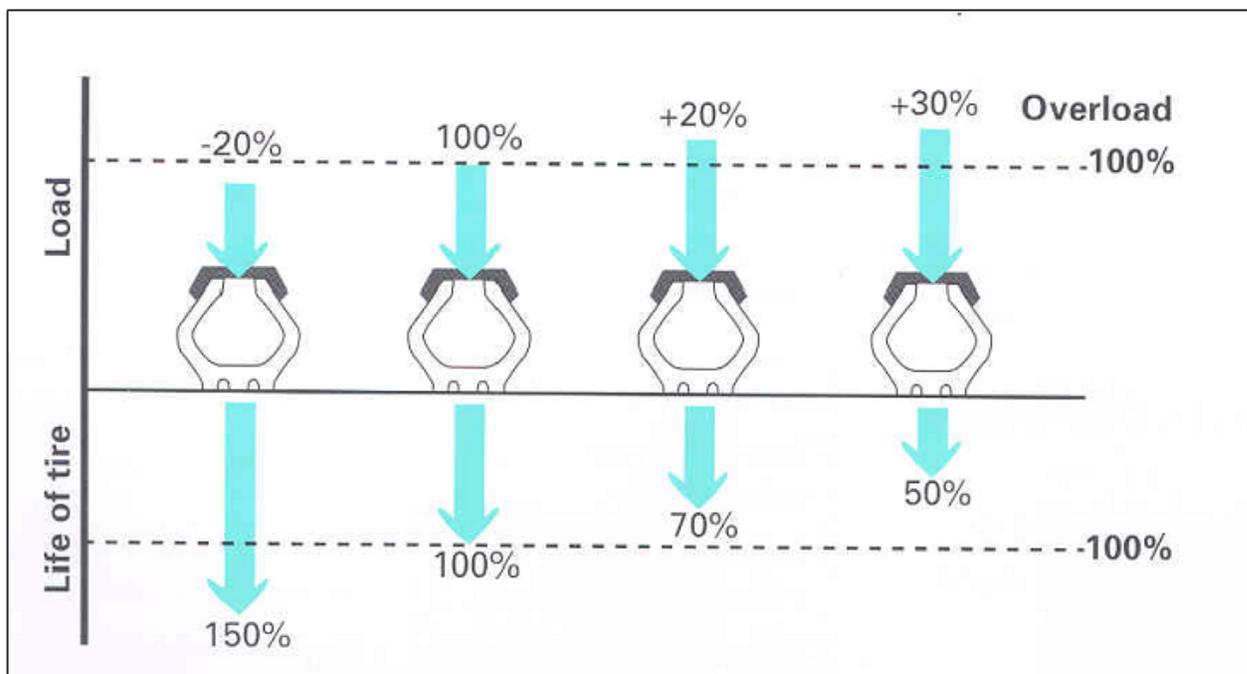
Influencia de la Carga útil en los neumáticos

El operador de la Pala es el responsable de controlar la cantidad de Carga llenada en cada camión y por consiguiente el peso de cada Neumático.

1. La carga de cada camión debe mantenerse de acuerdo en los límites especificados descritos por cada equipo. A toda costa la sobrecarga debe ser evitada.

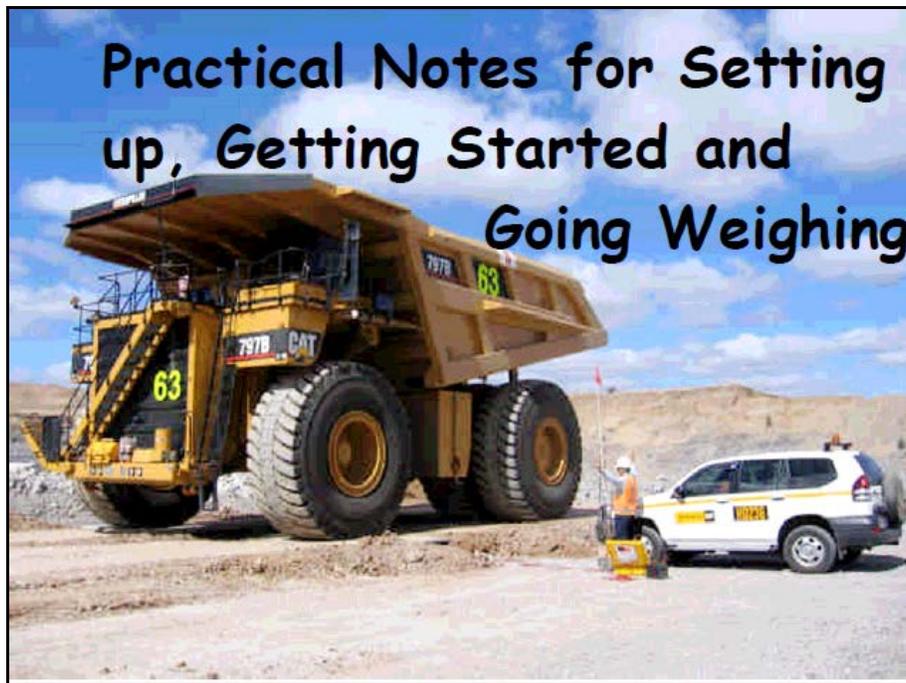
2.- Para obtener una carga máxima por cada Neumático debemos referirnos a la tabla de Carga-Presión y determinar la carga admisible por Neumático de acuerdo al tamaño y al tipo de Neumático.

3.- Problemas de sobrepeso derivan inevitablemente a daños prematuros en los Neumáticos y disminución de su vida útil.

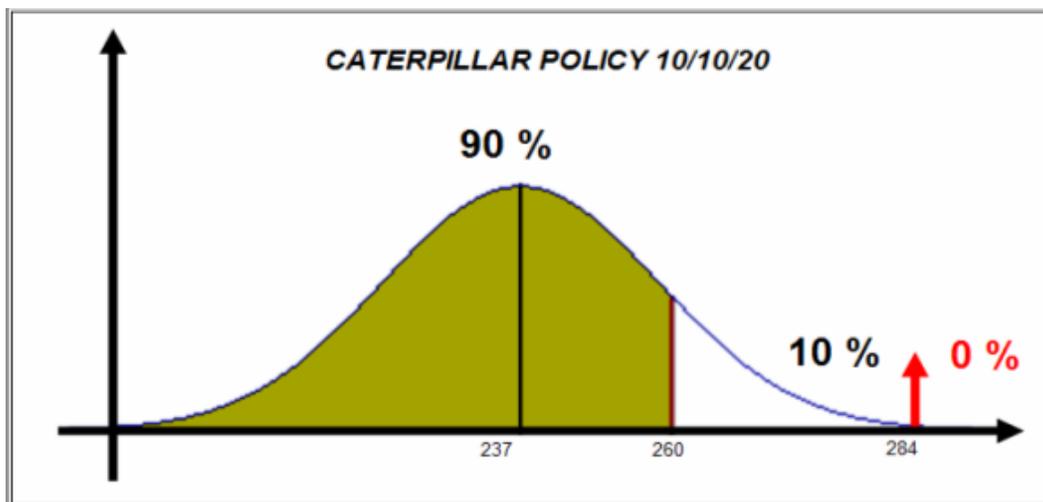


Reporte de Pesaje de los (CAT 789 A&B y 793 D)

El pesaje se realiza con la Balanza Transcale eje por eje:



Grafica de para los CAT 793 D

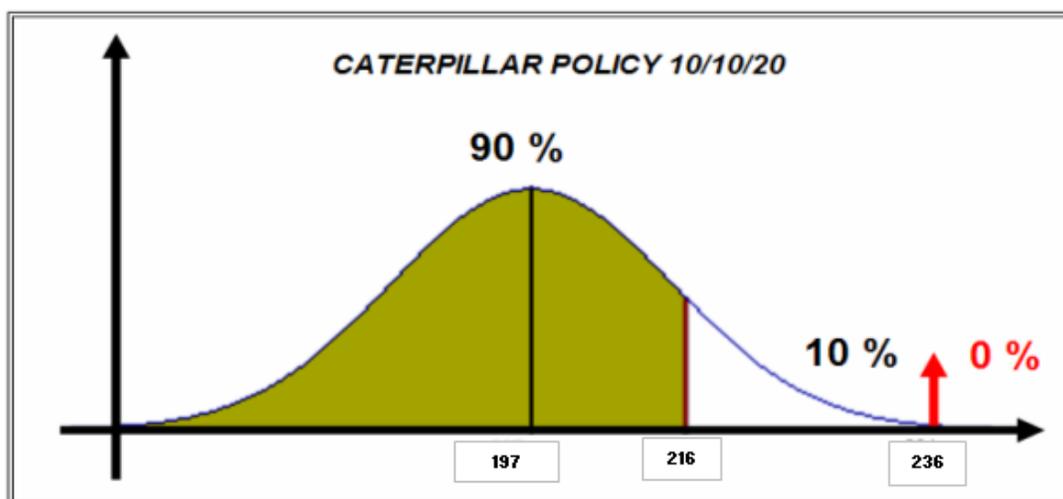


Para el cuidado de los neumáticos en los CAT 793 D se debe cargar el camión de 237 toneladas.

Distribución de carga por ejes de los CAT 793 D

ÍTEMS	Fabricante Caterpillar		Balanza Transcale	
	Vació	Cargado	Vació	Cargado
Eje Delantero	47%	34%	48%	35%
Eje Posterior	53%	66%	52%	65%

Grafica de para los CAT 789 A&B



Para el cuidado de los neumáticos en los CAT 789 A&B se debe cargar el camión de 197 toneladas.

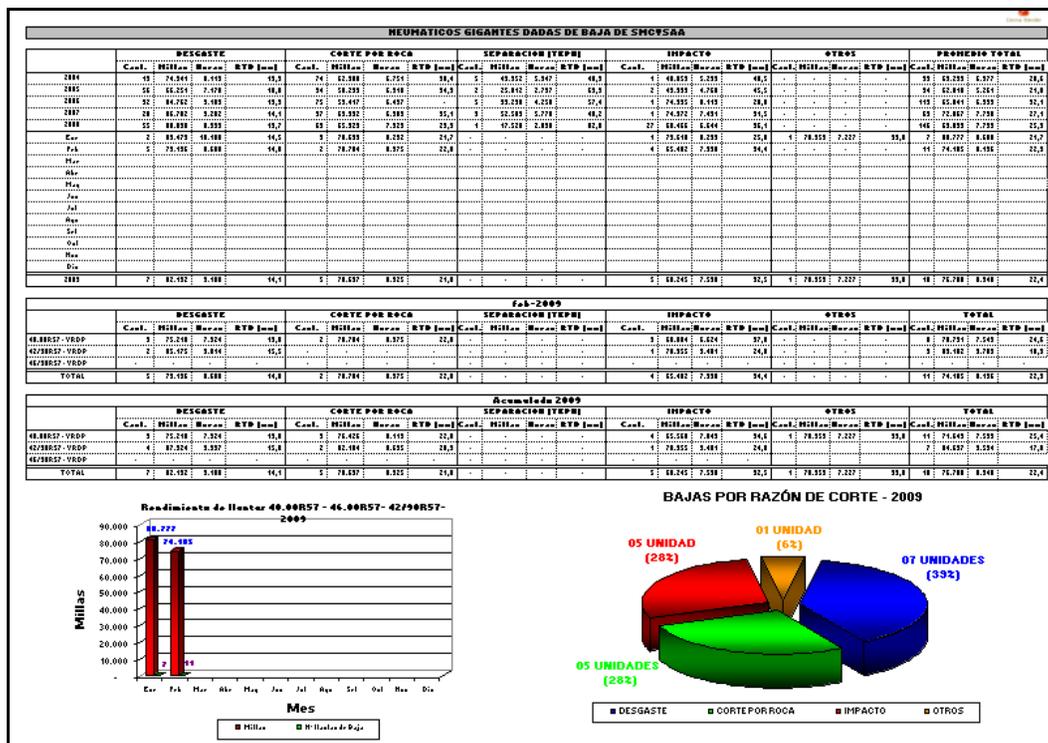
Distribución de carga por ejes de los CAT 789 A&B

ÍTEMS	Fabricante Caterpillar		Balanza Transcale	
	Vació	Cargado	Vació	Cargado
Eje Delantero	47%	34%	45%	32%
Eje Posterior	53%	66%	55%	68%

J).- Reporte diario y mensual del rendimiento de los neumáticos.

El Reporte Incluye:

- Ranking alcanzado.
- Numero de Neumáticos dadas de baja en el mes.
- Numero de Neumáticos enviadas a Reparar a Renova.
- Historial de cortes diario.
- Incidencia de Cortes de Neumáticos y zonas criticas.
- Incidencia de cortes de Neumáticos por turno, supervisor y Despachador.
- Proyección de Vida de Neumáticos 40.00R57, 42/90R57 y 46/90R57.
- Cortes críticos de neumáticos
- Calculo de costos por ROCA de oportunidad y perdida del mes y anual.
- Reporte de Temperatura de Neumáticos.
- Reporte de Presión de Neumáticos.
- Reporte del TKPH por tipo de Neumáticos (CAT 789 A&B y 793 D)



6.1.2. SOPORTE BRIDGESTONE

- Control de la temperatura del Neumático (termocuplas).
- Análisis y estudio de G-Hawk
- Optimización de las Condiciones de Operación mediante Uso de Tecnología Avanzada de Fuerza/GPS desarrollada por Bridgestone
- Inspección de los Neumáticos nuevos que llegan a CERRO VERDE.

6.1.3. OPERACIONES MINA

UN GRAN CAMBIO EN OPERACIONES MINA ENFOCADO A MEJORAR
EN FORMA MEDIBLE Y SOSTENIBLE EN EL TIEMPO:

- La **SEGURIDAD** en el desarrollo de las operaciones.
- Reducir los “**TIEMPOS EN LOS CICLOS DE ACARREO**”.
- Prolongar la **VIDA UTIL DE LOS COMPONENTES DE NUESTROS CAMIONES**.
- Lograr mayor **SATISFACCIÓN Y COMODIDAD** para los colaboradores.
- Lograr nuestras metas en **PROLONGAR LA VIDA UTIL DE NUESTROS NEUMÁTICOS GIGANTES**.

¿Qué se hizo (o se está haciendo)? (Acciones vs. Resultados)



¿Qué se hizo (o se está haciendo)? (Rampas y accesos)





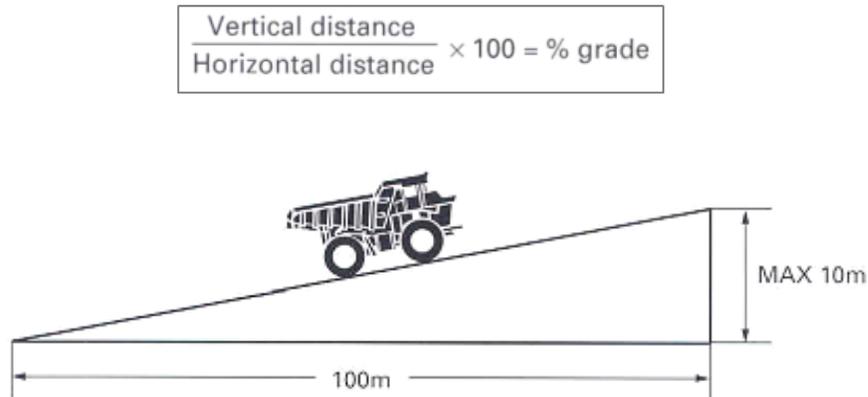
Internalización de la cultura del cuidado de neumáticos



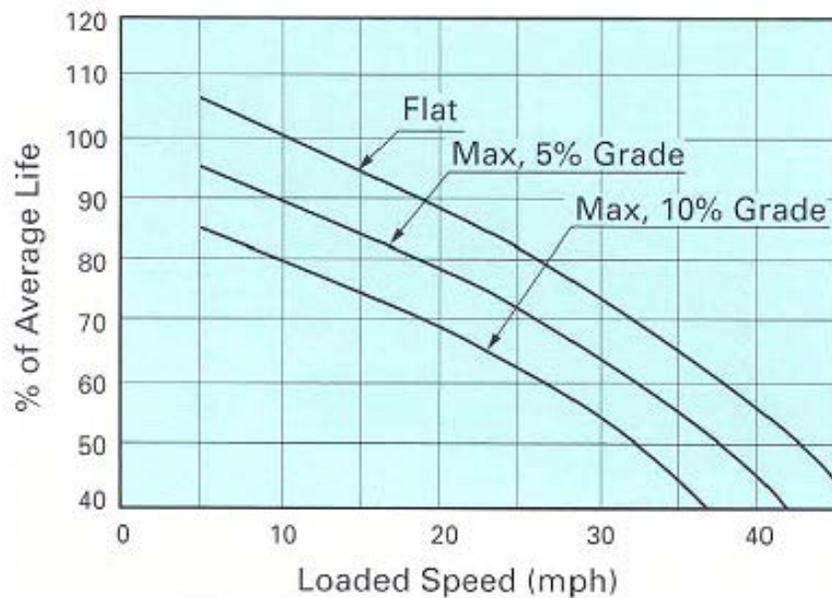
- Mantener los accesos, zonas de carguío y botaderos en excelentes condiciones en todo momento, es decir, mantener una superficie lisa y pareja, sin ondulaciones con un material adecuado.
- Mantener constante un tractor de rueda (Torito – CAT 824) en las vías y rampas de toda la mina para el mantenimiento y eliminación de las rocas en el punto.

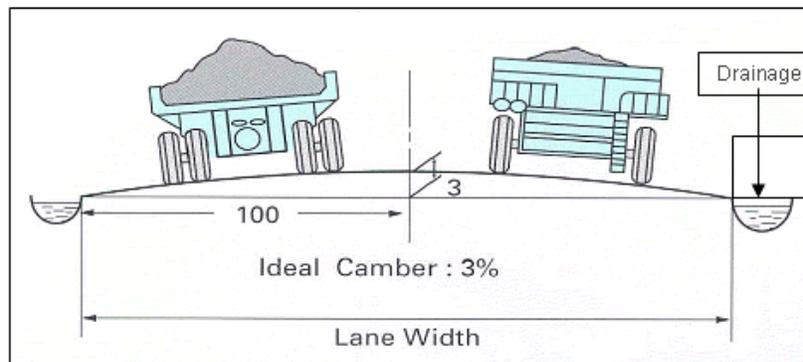
Influencia de las condiciones del camino en los neumáticos

Calculo del porcentaje de pendiente del camino (Este no debería exceder el 10%)



Cuando la inclinación del camino se incrementa, el neumático es más propenso a que se produzcan deslizamientos, produciendo un incremento en el desgaste de la banda de rodado y reduciendo en rendimiento del combustible. El % de inclinación ideal de un camino es de 5 a 6%.





- Rectificar áreas problemáticas en la mina como curvas muy cerradas, peraltes, anchura de camino, ondulaciones y otras condiciones desfavorables.
- No sobrecargar el camión y posicionar las cargas en forma central, esto mejorará la vida útil de los neumáticos significativamente y también se reducirán los derrames en los accesos.
- Posicionar las cargas en forma central y no sobre cargar volumétricamente las tolvas, esto reducirán los derrames en los caminos y con esto mejorará la vida útil de los neumáticos significativamente.

6.1.4. MANTENIMIENTO MINA

El área de mantenimiento mina brinda servicio a los camiones de acarreo:

- CAT 793 D (24 Unidades)
- CAT 789 A&B (4 unidades)

El área está constituida por el siguiente personal:

- Líder responsable del área
- (04) Técnicos especializados
- Se trabaja en turnos A y B, el turno C es soportado por personal de mantenimiento camiones.
- El área da servicio a todos los neumáticos de la Mina (incluye equipo liviano, auxiliar, etc).

Rol del personal de Mantenimiento

- Se ejecutan los trabajos de manera coordinada: Mantenimiento, Ingeniero de Neumáticos y Bridgestone.
- Se realizan inspecciones diarias de neumáticos y aros durante el servicio de combustible.
- Verificación diaria de presiones de inflado en servicio.
- La rotación de los neumáticos se realiza de posiciones 1 y 2 hacia la posición 3 y 4 con aproximadamente 33% de desgaste.
- El área de desarmado y presurización de neumáticos se encuentra en el taller de equipo pesado.
- Se utilizan cadenas durante el inflado de los neumáticos (práctica segura).
- Desde hace 2 meses se viene utilizando el Tire Life (refrigerante). Al momento se ha aplicado a un 90% de la flota.

6.1.5. CAPACITACIÓN

Capacitación de Neumáticos a los operadores nuevos por parte Operaciones Mina – Ingeniero de Neumáticos.

Retroalimentación continua a los operadores de camiones en el cuidado de Neumáticos (Uso de barretilla y tiza para reportar inmediatamente los cortes nuevos a inicio de turno), FACE TO FACE.

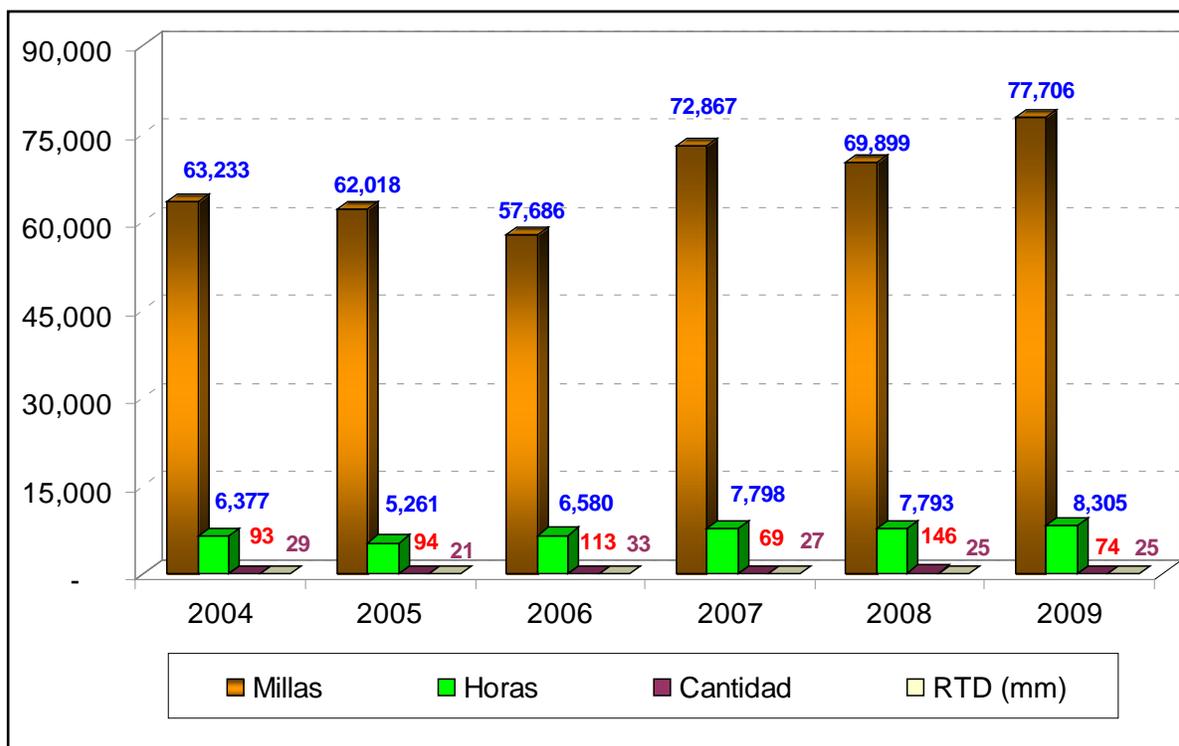
Capacitación cada semestre por parte de Bridgestone y/o Ingeniero de Neumáticos acerca del cuidado de las mismas.



6.2. RENDIMIENTO ACTUAL DE LOS NEUMÁTICOS EN CERRO VERDE

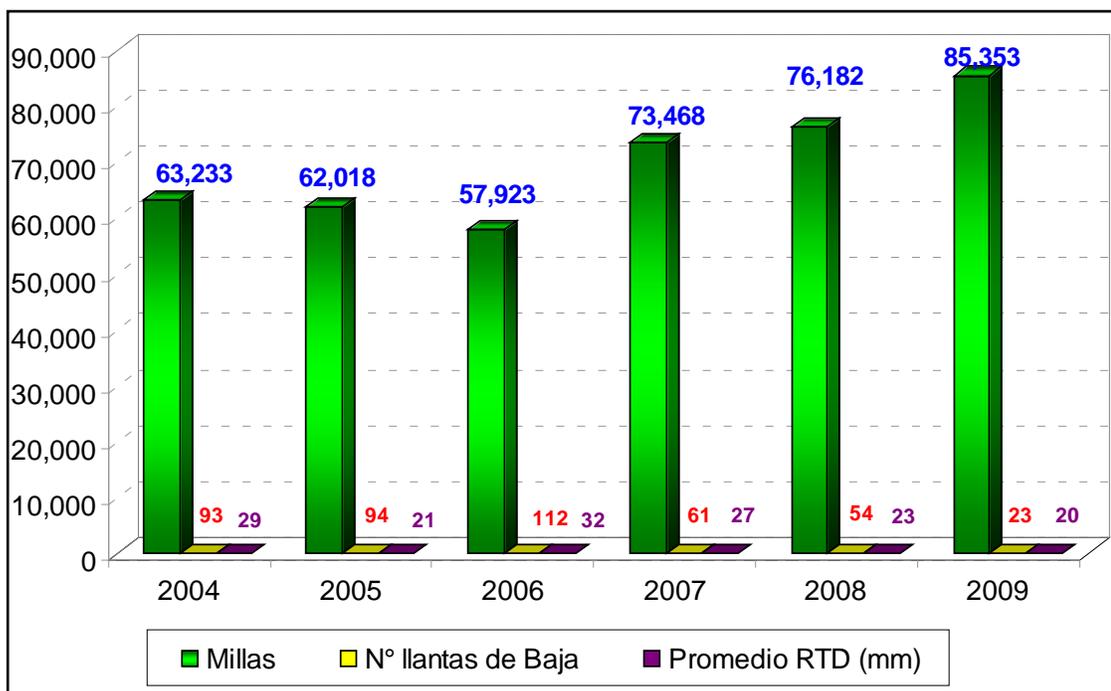
(Datos aproximados)

Rendimiento de Neumáticos 42/90R57, 40.00R57 Y 46/90R57 Ago - 2009



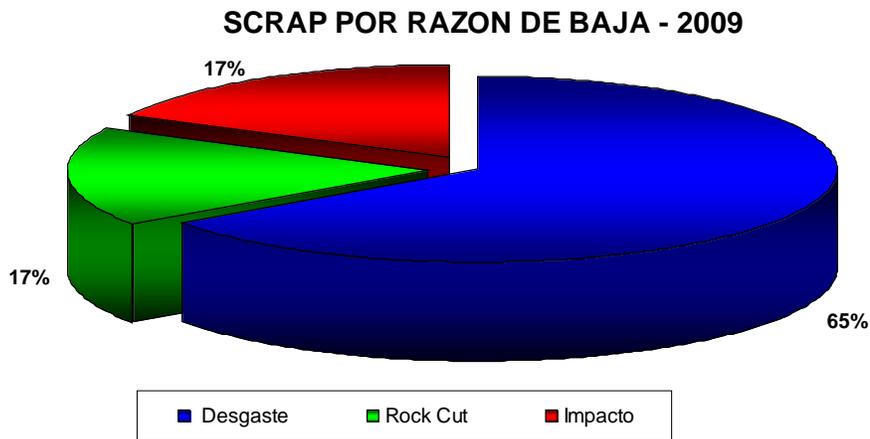
Año	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
2004	6,377	63,233	29	93
2005	5,261	62,018	21	94
2006	6,580	57,686	33	113
2007	7,798	72,867	27	69
2008	7,793	69,899	25	146
2009	8,305	77,706	25	74
Total	6,997	66,574	27	589

Rendimiento de Neumáticos 42/90R57 a Ago - 2009

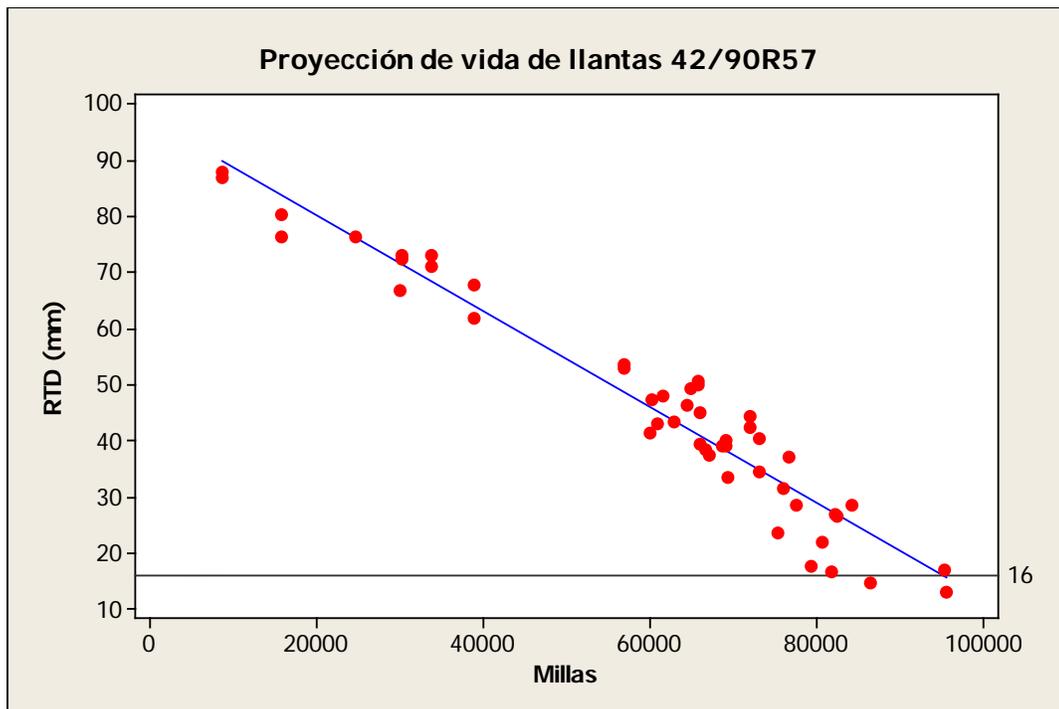


Año	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
2004	6,377	63,233	29	93
2005	5,261	62,018	21	94
2006	6,621	57,923	32	112
2007	7,851	73,468	27	61
2008	8,806	76,182	23	54
2009	9,481	85,353	20	23
Total	6,869	65,804	27	437

Neumáticos de baja por razón de corte - 42/90R57 - Año 2009

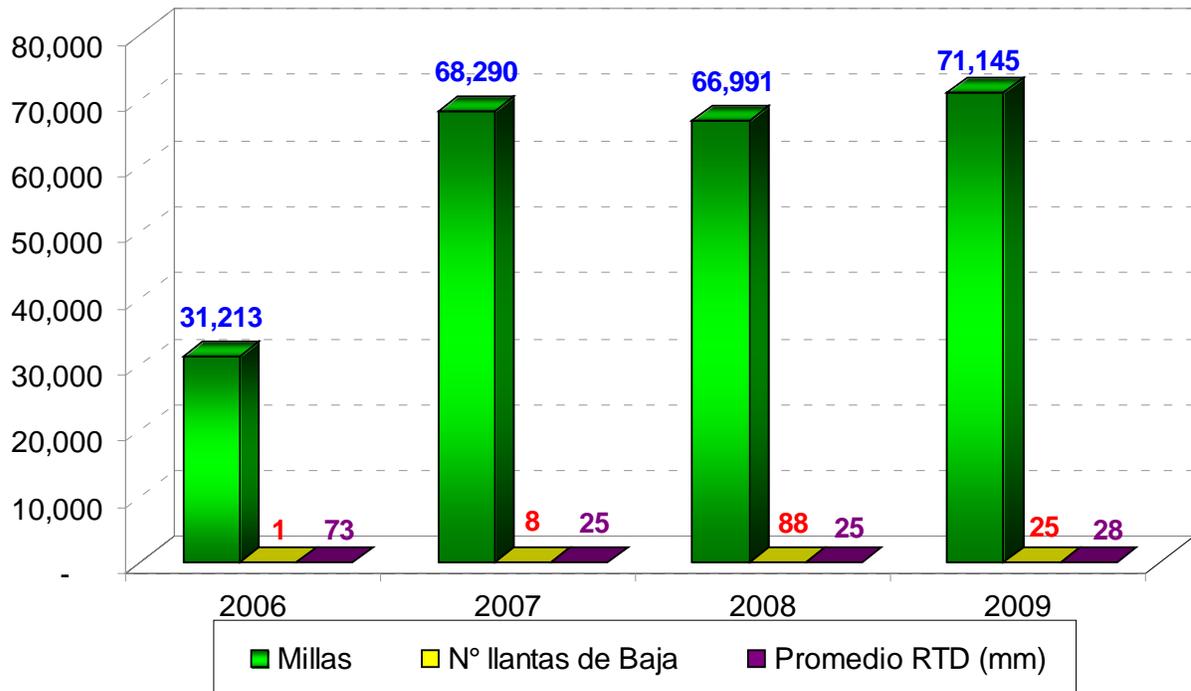


Razon de Ba	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
Desgaste	10,061	90,216	15	65%
Rock Cut	9,043	84,846	23	17%
Impacto	7,744	67,623	38	17%
Total	9,481	85,353	20	100%



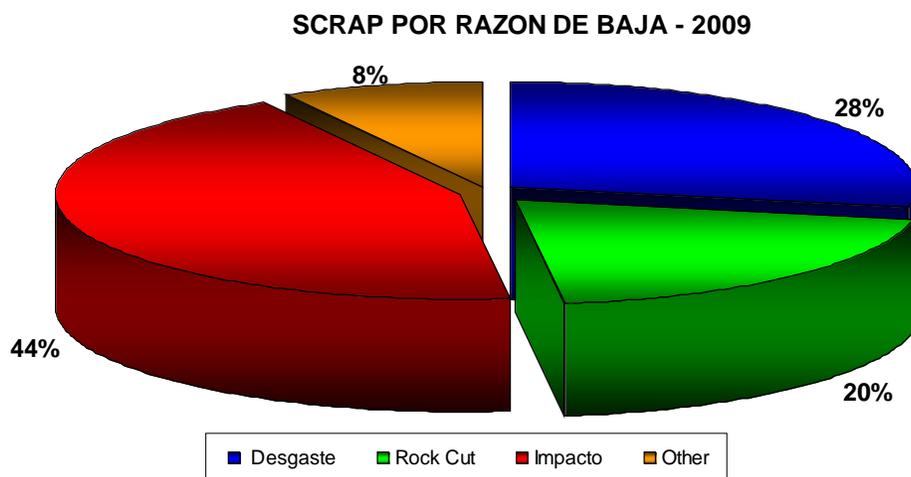
Rendimiento de Neumáticos 40.00R57 Ago - 2009

VIDA ÚTIL POR AÑOS

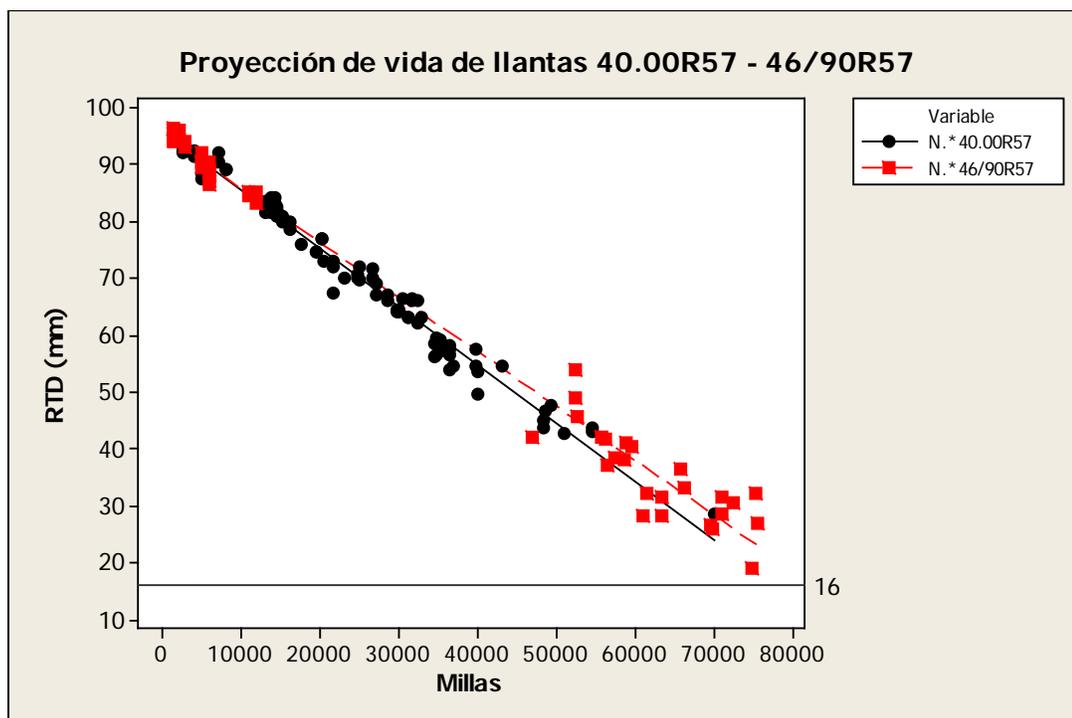


Año	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
2006	1,996	31,213	73	1
2007	7,391	68,290	25	8
2008	7,293	66,991	25	88
2009	7,450	71,145	28	25
Total	7,288	67,634	26	122

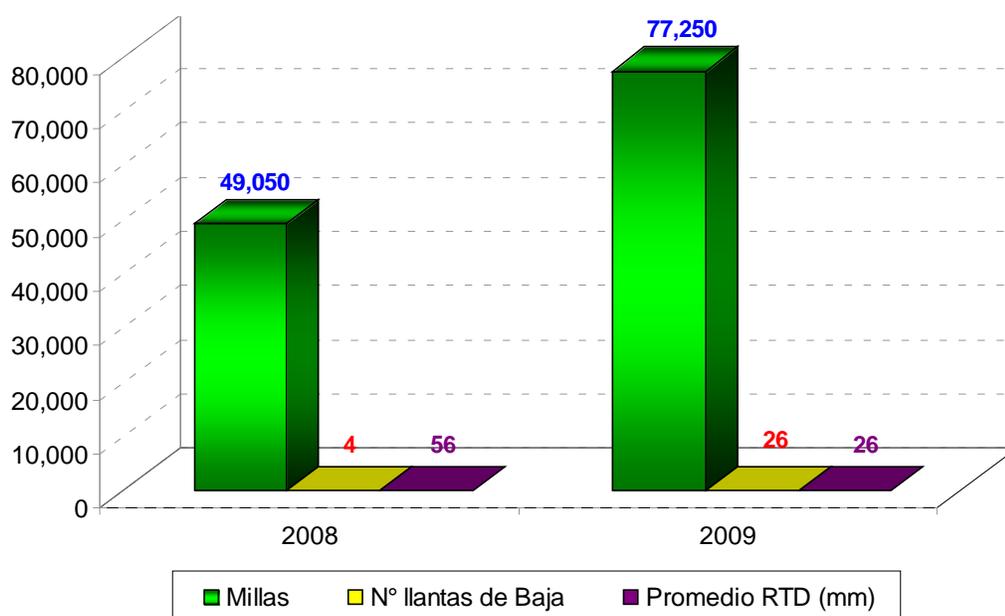
Neumáticos de baja por razón de corte - 40.00R57 - Año 2009



Razon de Ba	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
Desgaste	8,285	77,985	14	28%
Rock Cut	8,481	80,890	22	20%
Impacto	6,916	66,617	34	44%
Other	4,885	47,740	53	8%
Total	7,450	71,145	28	100%



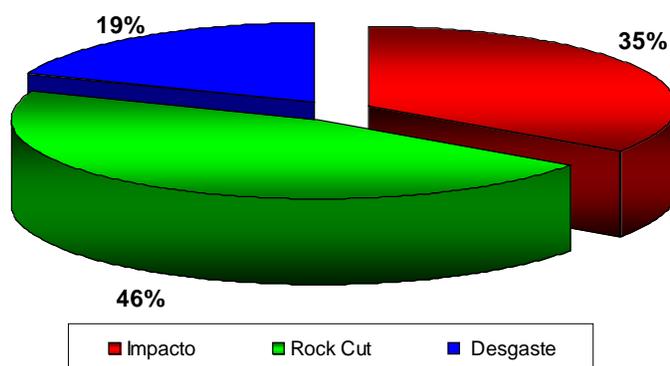
Rendimiento de Neumáticos 46/90R57 Ago - 2009



Año	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
2008	5,126	49,050	56	4
2009	8,087	77,250	26	26
Total	7,692	73,490	30	30

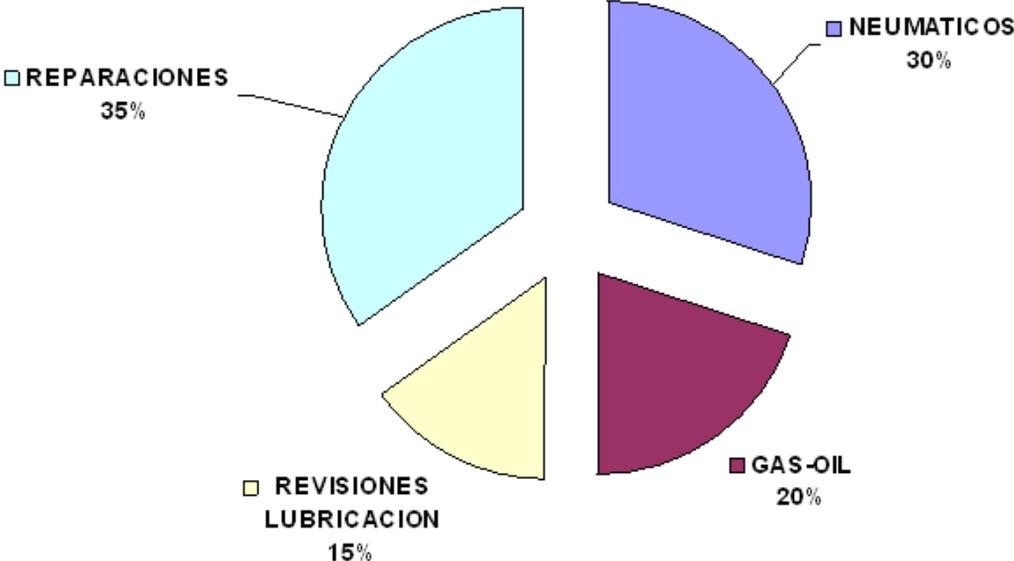
Llantas de baja por razón de corte - 46/90R57 - Año 2009

SCRAP POR RAZON DE BAJA - 2009



Razon de Ba	Horas	Millas	RTD (mm)	Cantidad
Impacto	7,667	73,437	9	35%
Rock Cut	7,894	75,502	12	46%
Desgaste	9,306	88,310	5	19%
Total	8,087	77,250	26	100%

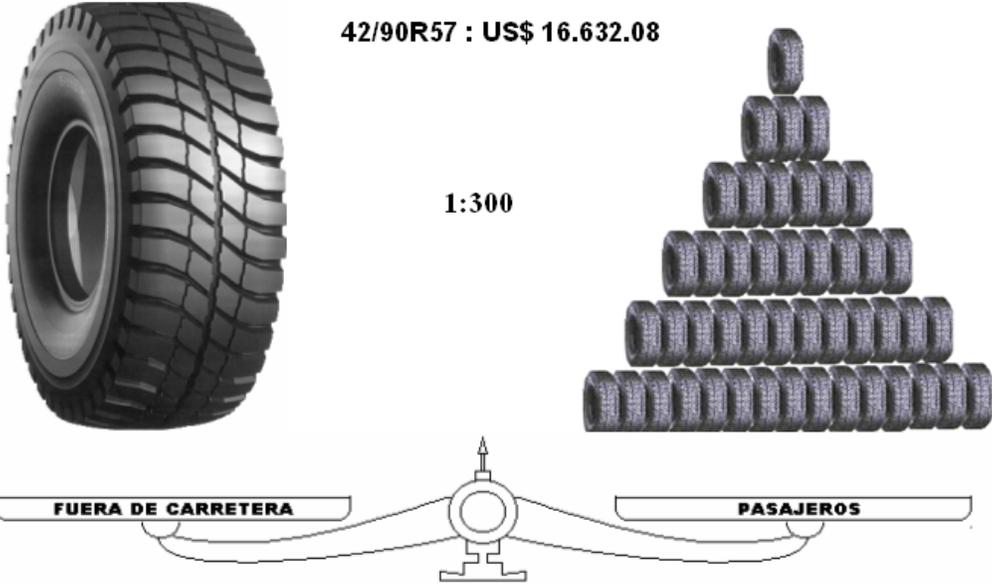
6.3. ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO DE NEUMÁTICOS

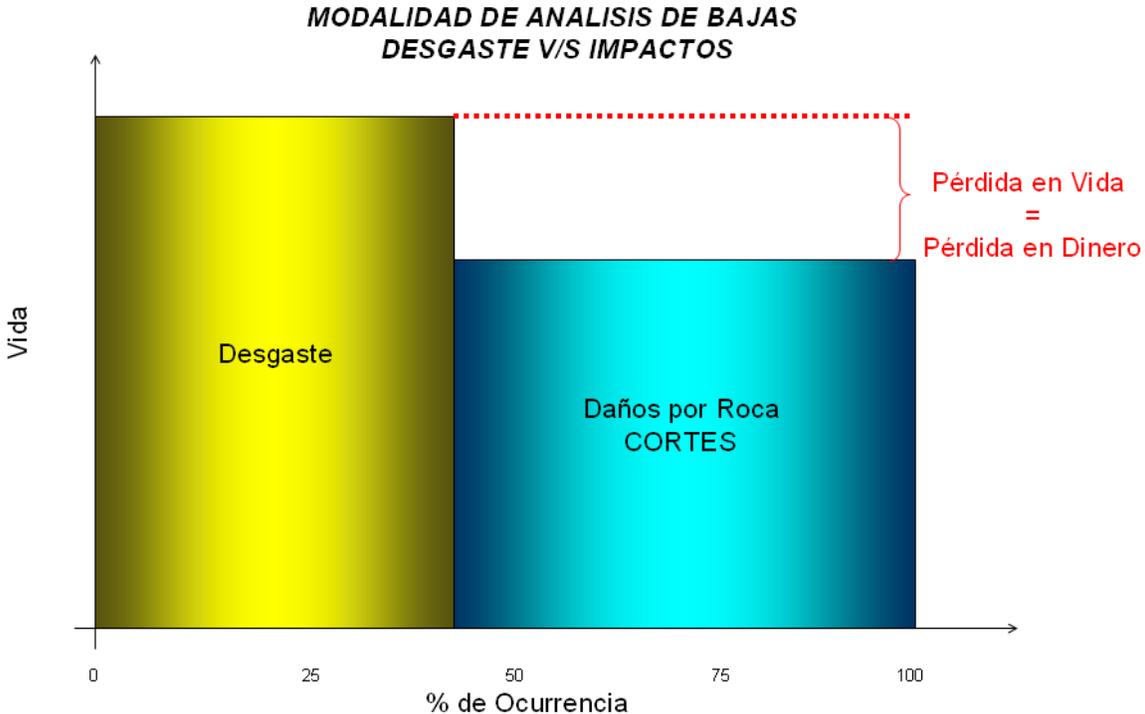
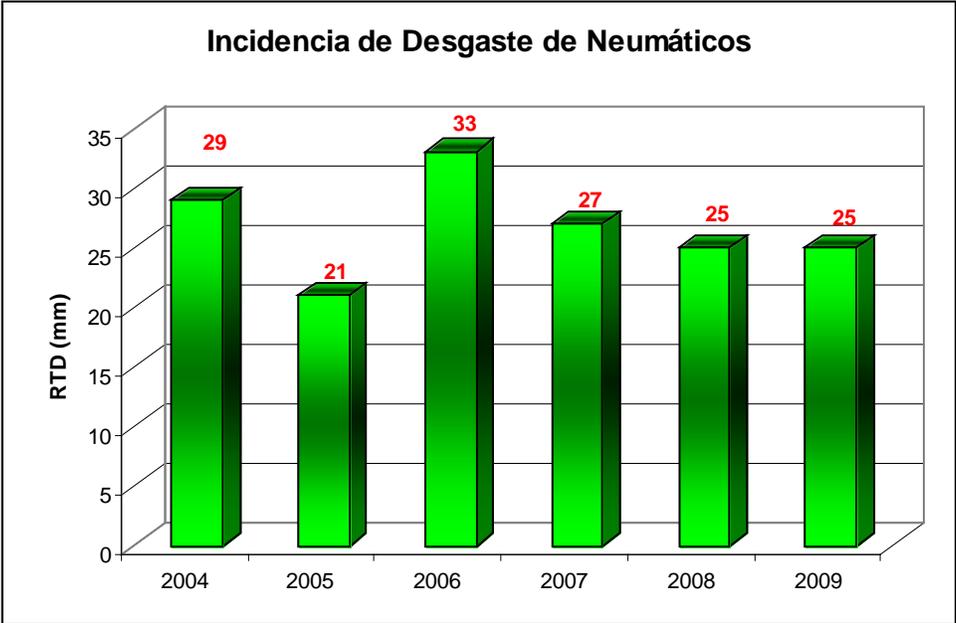


LOS NEUMÁTICOS DE FUERA DE CARRETERA SON CAROS

40.00R57 : US\$ 18.912.69

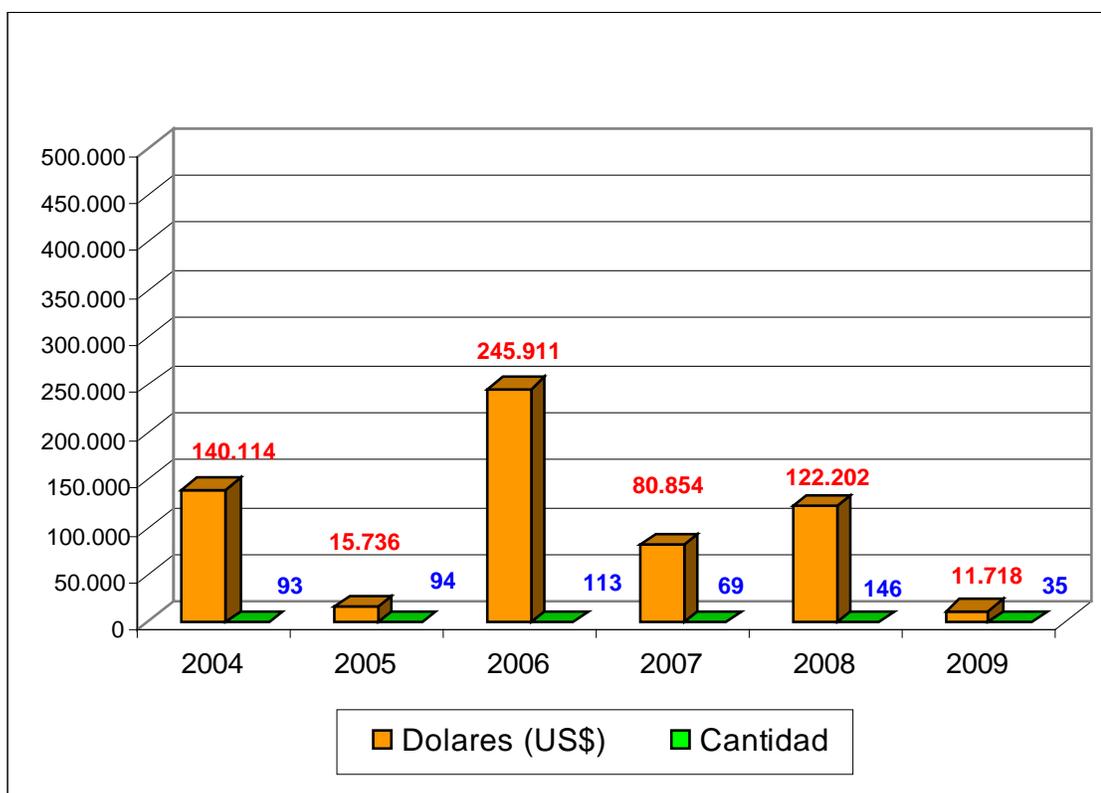
42/90R57 : US\$ 16.632.08





Análisis de Costo y Beneficio (Aproximado)

Año	Cantidad	Promedio Remanente RTD (mm)	Objetivo Desgaste (mm)	Costo Remanente (mm)	Dinero perdido (US\$)
2004	93	29	20	167	139,779
2005	94	21	20	167	15,698
2006	113	33	20	167	245,323
2007	69	27	20	167	80,661
2008	146	25	20	167	121,910
2009	74	25	20	167	61,790
Total Dinero en Dólares (US\$)					665,161



CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- Después del proyecto realizado en el mejoramiento y control de rendimientos de neumáticos podemos concluir que hubo una mejora en cuanto a la vida útil del neumático y el desgaste.

- De manera rápida podemos mencionar las razones del éxito que se tiene en el cuidado de neumáticos:
 - ❖ La principal es el recurso humano, todos estamos comprometidos con hacer de nuestra operación la Mejor del mundo y sin duda esto también se ve reflejado en el cuidado de neumáticos.
 - ❖ Mantenimiento de las vías, zonas de carguio y botaderos, que se mantienen en excelentes condiciones en todo momento, es decir, mantener una superficie lisa y pareja, sin ondulaciones con un material adecuado.
 - ❖ Rectificación de áreas problemáticas en la mina como curvas muy cerradas, peraltes, anchura de camino ondulaciones y otras condiciones desfavorables.

- ❖ Control de la sobrecargas del camión y posicionamiento de las cargas en forma central, esto mejorara la vida útil de los neumáticos significativamente y también se reducirán los derrames en los accesos.
 - ❖ Control del regadío en Mina, no se riegan las vías en exceso.
 - ❖ Monitoreo del TKPH de los neumáticos a través del DISPATCH para maximizar la vida útil de los neumáticos.
 - ❖ Ranking y premiación de los mejores operadores en el cuidado de neumáticos.
- El aumento de rendimiento de los neumáticos en el 2007 fue un 26 % más que el 2006 (72.867 millas – 117,268 km) con promedio de RTD (mm) igual a 27 menor que el 2006. El 2008 el rendimiento de los neumáticos fue de 21 % mas que el 2006 (69.899 millas – 112,492 km) con promedio de RTD (mm) igual a 25 menor que el 2006.

AÑO	HORAS	MILLAS	Km	RTD(mm)	CANTIDAD
2004	6,377	63,233	101,764	29	93
2005	5,261	62,018	99,808	21	94
2006	6,580	57,686	92,837	33	113
2007	7,798	72,867	117,268	27	69
2008	7,793	69,899	112,492	25	146
2009	8,305	77,706	125,056	25	74
TOTAL	6,997	66,574	107,141	27	589

- El control de los neumáticos por el ingeniero de neumáticos es más eficiente ya que se lleva una base de datos, interactúa en campo con el supervisor de mina y personal para el mejor cuidado de los neumáticos.

- Para un mejor Control de los neumáticos deben interactuar:
 - ❖ Ingeniero de neumáticos.
 - ❖ Operaciones mina.
 - ❖ Mantenimiento Mina (Taller Neumáticos).
 - ❖ Capacitación.

- El vida útil máximo que puede rendir cada neumático con RTD de 20 mm es:
 - ❖ Neumático 42/90R57 es 83,000 millas (CAT 789 A&B).
 - ❖ Neumático 40.00R57 es 75,000 millas (CAT 793 D).
 - ❖ Neumático 46/90R57 es 75,000 millas (CAT 793 D).

- El control de los neumáticos por el ingeniero de neumáticos es mas eficiente ya que se lleva una base de datos y interactúa en campo con el supervisor mina y personal para el mejor cuidado de los neumáticos.

- El fenómeno de diente sierra (corte entre cocada del hombro) se origina por:
 - ❖ Falla de las suspensiones.
 - ❖ Baja presión de inflado.
 - ❖ Sobre Carga.
 - ❖ Rotación inadecuada.
 - ❖ Frenada bruscas y rápida aceleración.
 - ❖ Mal alineamiento.

- Para prever un reventón se puede identificar tempranamente:
 - ❖ Burbuja.
 - ❖ Golpe y/o ruido del neumático.

- Las causas de un reventón de neumáticos son:
 - ❖ Impactos.
 - ❖ Falla de reparación.
 - ❖ Falla en el inner liner.
 - ❖ Carcasa fatigada.
 - ❖ Separación en la carcasa.

- La explosión de un neumático es diez veces más que un reventón y es causada por la ignición de un gas explosivo dentro del neumático.

REVENTÓN	EXPLOSIÓN
Liberación de la presión del neumático.	Reacción química de un gas explosivo.
Liberación de presión 100 – 150 PSI	Liberación de presión generada > 1000 PSI.
Causada por la ruptura de la carcasa debido a cortes, penetraciones, impactos, separaciones.	Generalmente causada por calor proveniente de una fuente externa de alta energía.

- La separación de la banda lateral de los neumáticos se puede detectar por:
 - ❖ Las separaciones por calor emanan gases volátiles, los cuales son muy característicos. aprenda su olor y avise si lo detecta en su equipo o en el de un colega.

- ❖ Los gases del caucho quemado o derretido son combustibles, tome precauciones.
- ❖ Si detecta separaciones o protuberancias en el neumático, avise inmediatamente a su supervisor, antes de utilizar el equipo.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

- Continuar con el control de neumáticos en operaciones mina.
- Continuar con la capacitación al personal de operaciones mina sobre el cuidado de los neumáticos y sus características y su influencia en la seguridad en el trabajo.
- Coordinar con el supervisor de mina (O1, O2 y O3) para que cada equipo de carguio se asigne solo a 3 operadores de camiones con el objetivo de llevar un mejor control de cuidado de los neumáticos. (3 turnos por guardia de 8 horas).
- Crear una cultura de sensibilización en el cuidado de neumáticos en operaciones mina.
- Crear un plan de incentivos para el personal de operaciones mina y personal involucrado en el cuidado de neumáticos con el objetivo de continuar aumentando el rendimiento y llegar a un desgaste promedio de 15 mm (RTD).

- Continuar manteniendo un tractor de rueda en las vías y rampas para la eliminación de las rocas que caen de los CAT.

BIBLIOGRAFIA

- Reporte Anual y Mensual de Estadística de de Neumáticos del 2006-2009 de Sociedad Minera Cerro Verde.
- 2001 Off-The-Road Tire Sale Department, Bridgestone Corporation, Tokyo, Japan – Especificaciones Técnicas Neumáticos Fuera de Carretera.
- El Cuprito Junio – Julio 2009 – Revista de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.
- www.bridgestone.com.mx
- Uso del software MINITAB como herramienta estadística.