

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

“GESTION EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE Y ACARREO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN CIA. MINERA CONDESTABLE S.A.”

Tesis para Optar el Título de [Ingeniero de Minas](#), que presenta el bachiller:

[Zoila Lilian Baldeón Quispe](#)

ASESOR: [Augusto Ayesta Castro](#)

LIMA, Octubre 2011

TESIS : “Gestión en las Operaciones de Transporte y Acarreo para
el Incremento de la Productividad en Cía. Minera Condestable S.A”

POR: Zoila L. Baldeón Quispe

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Agradecimiento	i
Asesor	ii
Tabla de contenido	iii
Resumen Ejecutivo	iv
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	01
CAPITULO II	
ASPECTOS GENERALES	07
2.1 Aspectos Generales	
2.1.1 Origen y Evolución	07
2.1.2 Ubicación	09
2.1.3 Geografía	10
2.1.4 Clima	10
2.1.3.1 Fisiografía	10
2.1.5 Geología General	10
2.1.4.1 Tipo de Depósito	10
2.1.4.2 Mineralización	11

2.1.4.3	Características de las Estructuras Mineralizadas	13
2.2	Métodos de Explotación	14
2.2.1	Room and Pillar	14
2.2.2	Shrinkage	15
2.2.3	Sublevel Stopping	16
2.3	Objetivo General	17
2.4	Objetivos Específicos	17
2.5	Alcances y Limitaciones	18
CAPITULO III		
ANALISIS SITUACIONAL DE LAS		
OPERACIONES MINERAS		
3.1	Situación Actual – Año 2010	19
3.1.1	Planeamiento de Minado	19
3.1.2	Requerimiento de Equipo	19
3.1.3	Proceso – Acarreo	20
a.	Distribución – Scoop	20
b.	Rendimiento – Scoop	20
c.	Disponibilidad Mecánica y Utilización Efectiva	21
d.	TM Movidas por Capacidad de Scoop	21

3.1.4	Proceso – Transporte	22
	a. Distribución – Volquetes	22
	b. Distancias – Material Transportado	22
3.1.5	Profundización de las Labores	23
3.1.6	Diseño de extracción Material	24
3.2	Aportes	24
3.2.1	Plan de Reducción de Costos	24
	a. Acarreo y Transporte	26
	b. Ahorro por Desmontera Interior Mina	27
3.2.2	Flota Acarreo - Transporte para el 2010	27
	a. Modificando las horas operativas de scoop	29
	b. Modificando el rendimiento de scoop	31
3.2.3	Elaboración de Procesos y Procedimientos	33
CAPITULO IV		
ANÁLISIS DEL ACARREO Y TRANSPORTE		35
	Análisis de Áreas Clave	35
	Sistema de Trabajo	37
	A. Análisis de Resultados	40
	B. Principio del Pareto	40
	C. Diagramas de Tiempo	42
	D. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)	40

CAPITULO V

PROPUESTAS DE SOLUCION: GUIA PARA LA OPTIMIZACION

DE FLOTA (ACARREO – TRANSPORTE)

EN MINAS SUBTERRANEAS

	44	44
5.1	Concepto de Productividad	44
5.2	Procedimiento del análisis	46
5.2.1	Tiempos de Ciclo por Equipo	46
5.2.2	Conceptos básicos a usar	48
	A. Factor de Acoplamiento	48
	B. Rendimiento de Flota (RF)	49
5.2.3	Procedimiento	49
5.3	Caso Práctico	55
5.3.1	Recolección de información	

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	61	61
7.1	Conclusiones	61
7.2	Recomendaciones	61

BIBLIOGRAFIA

62

ANEXOS

RESUMEN

La Tesis se resume en la implementación de métodos de control, alternativas de solución para la mejora de la productividad, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, ya que como sabemos el acarreo y transporte son variables que influyen en forma prioritaria en la reducción de costos.

Inicialmente se analizarán los factores que afectan positiva y negativamente la productividad de la operación de acarreo y transporte (línea base), los métodos de trabajo, y los sistemas de control (en caso se cuente con los mismos o si sería necesario una implementación), a este análisis acompañaremos una propuesta de solución a la actividad que genera un mayor tiempo improductivo en el proceso, finalmente se propondrá una Guía para la optimización de flota en minas subterráneas con similares características que la mina analizada (Cía. Minera Condestable S.A.).

Finalmente los logros alcanzados han sido producto de:

- Apoyo y confianza de la alta gerencia.
- Responsabilidad, apoyo, motivación y trabajo en equipo de todo el personal.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

En este capítulo se exponen los diferentes aspectos teóricos en los que se ha sustentado la investigación. Por una parte se presentan las fuentes u orientaciones teóricas, así como también los aspectos teóricos en base a los cuales se ha desarrollado nuestro estudio y se han discutido los resultados obtenidos.

El presente trabajo se ha desarrollado tomando como base:

- ❖ El trabajo de: “Simulación determinística y estocástica para dimensionar, y seleccionar equipo y elegir alternativas de minado en la explotación minera superficial”. Investigación realizada por docentes de la UNMSM.
- ❖ Diplomado de: Administración de Empresas - IPAE (2009).

Siguiendo el plan de la investigación:

- a. **En el capítulo III;** se realiza un análisis y diagnóstico actual de la empresa, así como también una proyección en el aspecto operativo de sus indicadores claves o índices productivos. La técnica de investigación adoptada ha sido tomando en cuenta la recopilación y registro de datos.

También fueron colocados los aportes aplicados al área de productividad durante los meses de noviembre a abril, colaborando con la mejora de la compañía.

Entre los conceptos que sustentan este capítulo tenemos:

- Los planes de acción, son el medio específico mediante el cual lograremos nuestros objetivos, básicamente incorporar los pasos o acciones específicas que se requerirán.
- Proceso: Es la secuencia de pasos necesarios para realizar una actividad, podemos definir de manera global que un manual es una recopilación de procesos.
- Procedimiento: es “la gestión del proceso”.
- Un diagrama del proceso de la operación es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las

- inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo el tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.

Los objetivos del diagrama de las operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo. Finalmente, estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.

- b. **En el Capítulo IV;** Se realizó el análisis de las operaciones de acarreo y transporte así como las que se encuentran relacionadas con estas como son la perforación y la voladura. Esto mediante la herramienta de FACTORIAL – CAUSAL.

Entre los conceptos que sustentan este capítulo tenemos:

- Herramienta de análisis Factorial – Causal:
Existen variedad de métodos de diagnóstico, pero esta herramienta puede conjugar con cualquier otra técnica de diagnóstico.

Objetivos Principales:

- Determinar el grado de eficiencia de la empresa.
- Determinar la causa de las deficiencias.

Etapas en las cuales se desarrollara:

1. Obtención de la Información; se realizara el análisis para los procesos principales del ciclo de minado y su relación con el acarreo y transporte.
2. Cálculo de índices y porcentajes;
Índice de Eficiencia de cada factor o función (IE), se obtiene promediando los grados de satisfacción ponderado por el número de marcas que a cada uno le

corresponde (Porcentualizarlo).

Índice de Deficiencia de cada factor o función (ID), es el complemento a la unidad del índice de eficiencia.

$$- ID = 1 - IE \text{ (Porcentualizarlo)}$$

Porcentaje Limitante (PL), Se obtiene dividiendo: (Porcentualizarlo)

$$- PL = \frac{1}{\text{Numero de factores limitantes para cada factor}}$$

Porcentaje de limitación de cada factor limitante (PLFK), se obtiene multiplicando el número de veces que aparece cada factor limitante, por el porcentaje limitante (Porcentualizarlo).

$$- PLFK = n \times PL$$

3. Presentación de resultados; se realiza un cuadro resumen de los procesos que son más eficientes y las que generen la causa de las deficiencias.
- Pareto: Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan. Se aplica este concepto a la calidad orientándose lo que hoy se conoce como la regla 80 / 20. Según este concepto si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.
 - Elementos Básicos para del Estudio de Tiempos:

Tiempo Productivo:

 - Productivo Neto: Es el tiempo en que la maquina realiza su trabajo para el que está hecho.
 - Demoras Operativas: Son las realizadas momentos antes del uso del equipo y después de acabada la operación.
 - ✓ Inspección del área o labor.
 - ✓ Traslado en interior mina (de labor a labor con el equipo).
 - ✓ Entrega de ticket y coordinación.

- ✓ Trasladar equipo a refugio.
- ✓ Revisión e inspección del equipo (engrase, etc.).

Tolerancias:

- Demoras Inevitables: Demoras que se dan por el personal antes de realizar su trabajo en la labor, se toman en cuenta en el análisis si se encuentran dentro de las horas de la jornada laboral.
 - ✓ Refrigerio.
 - ✓ Cambio de guardia.
 - ✓ Recojo y/o devolución de lámpara.

Tiempo improductivo:

- Improductivo Inevitable: Son las actividades que debe hacer el personal sea por necesidad o procedimiento de trabajo pero que no contribuyen directamente al tiempo productivo.
 - ✓ Reparto de guardia e inducción de seguridad
 - ✓ Traslado de superficie a refugio.
 - ✓ Traslado de labor a superficie
- Improductivo Evitable: Demoras no operativas que el personal asume para continuar con su labor.
 - ✓ Espera al volquete.
 - ✓ Espera Scoop.
 - ✓ Cola de volquetes.
 - ✓ Habilitación de vía.
 - ✓ Reparaciones mecánicas y/o eléctricas.

➤ Herramienta de análisis FACERAP:

FACERAP:

Es un procedimiento de análisis de Fallas, el cual es usado después que un evento adverso ha ocurrido.

Cuyas siglas representan lo siguiente:

Falla: Es la explicación de la situación anormal del trabajo.

Apariencia: Es la manifestación de la falla, o sea la forma en que nos damos cuenta.

Causa: Es la razón por la cual se ha (n) generado la(s) falla(s).

Efecto: Son las consecuencias que trae consigo la falla.

Responsable: Indica quienes o quién es el responsable de la falla.

Acción: Es aquella operación generadora de la falla, que soluciona la causa.

Prevención: Mantiene la acción. Mantiene las medidas preventivas a implantar para evitar la falla.

- c. **En el Capítulo V**; en este capítulo se realizó una alternativa de solución a los problemas encontrados, en el acarreo y transporte, en el capítulo previo. En cuanto a los conceptos usados tenemos:

➤ Factor de Acoplamiento

Determina el número de unidades de transporte para cada unidad de carguío.

Si:

N = Número total de volquetes

n = Número total de scoops

T = Ciclo de cada unidad de transporte. Número aproximadamente constante.

t = Ciclo de cada unidad de carguío. Número aproximadamente constante.

z = Número de transportadores por unidad de carguío. Cifra entera y constante.

y = Número de pases (paladas), requeridos para llenar la tolva del transportador. (Mínimo 4 y máximo 6).

Se establece que: $z = T / (y \cdot t)$.

$$n \cdot z = \frac{T \cdot n}{y \cdot t} \quad \text{Pero} \quad (n \cdot z) = N$$

Entonces $N \cdot y \cdot t = T \cdot n$ ó $N \cdot y \cdot \frac{t}{T \cdot n} = 1$ = FA = Factor de Acoplamiento,
ó

El número óptimo de volquetes se obtiene cuando:

$$= \frac{N \cdot y \cdot t}{T \cdot n} \quad \text{ó} \quad N = (T \cdot n) / (y \cdot t)$$

En base a este marco teórico y metodología, aplicaremos las estrategias operativas en compañía minera condestable S.A., con el objetivo principal de:

Crecer y mejorar su productividad, dentro de un contexto cada día más competitivo y globalizado.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1 Aspectos Generales

2.1.1 Origen y Evolución

Compañía Minera Condestable S.A. es una empresa dedicada al procesamiento y comercialización de concentrados de cobre, el cual es obtenido mediante la explotación de sus yacimientos.

En 1961 Nippon Mining Company inicia trabajos de reconocimiento geológico en Condestable, firmando un contrato de exploración. El 14 de noviembre de 1962, se constituye Compañía Minera Condestable S.A. y en 1964 se inicia la explotación del yacimiento llegando el tratamiento a 600 t/día con 2.50% de ley de Cu.

En 1976, **Nippon Mining Company** dona su participación en Condestable, a través del Ministerio de Energía y Minas, al Gobierno Peruano, a cambio de la deuda correspondiente al tiempo de servicios del personal. En 1977 se inician trabajos de desbroce para el minado del Tajo Abierto "Resurrección", de las cajas-puentes y pilares de la antigua explotación por Cámaras y Pilares y, en 1978, se inicia la extracción de mineral del tajo abierto, hasta diciembre de 1997. En 1986 la capacidad de la Planta Concentradora alcanza las 1350tpd.

El 26 de mayo de 1992, Compañía Minera Condestable se convierte en la primera empresa privatizada del país. En 1995 se incrementa la capacidad de la Planta Concentradora, alcanzando un nivel de producción de alrededor de 1,500 tpd.

En enero de 1997, ingresa **Trafigura Beheer B.V.** Mediante OPA adquiere el 30.6 % de las acciones. Ese mismo año, mediante aumento de capital, ingresa como accionista **LG Metals de Corea**, hoy representado por LSIS, asumiendo el 20 % del capital incrementado y realizando un préstamo subordinado de US\$3,000,000 con la finalidad de financiar un intenso programa de exploración, que se inicia de inmediato y culmina sin resultados significativos a mediados de 1998.

El 31 de enero de 1998 se paralizan las operaciones de producción de la Mina Condestable, por falta de reservas de mineral con leyes económicas producto de la significativa caída del precio internacional del cobre.

En julio de 1998, se reinician las operaciones al 50 % de la capacidad instalada, con mineral de Condestable y con leyes de cabeza de 1.31 % Cu. Paralelamente se negocia un contrato de cesión minera con Cia. Minera Pativilca por los derechos de la colindante mina Raúl, que se firma en el mes de octubre de dicho año, comenzando de inmediato la rehabilitación de la mina, que había sido cerrada un año antes por sus propietarios. Finalmente, en marzo de 1999, se inician las operaciones de minado en dicha concesión. Posteriormente se extiende el contrato de cesión a 15 años y, en enero de 2005, Condestable formaliza la opción que le permite explotar la mina Raúl y denuncios adyacentes hasta febrero de 2014.

Por otro lado, la empresa se embarca en un programa de inversiones conducentes a incrementar su capacidad de tratamiento por etapas. En marzo de 2000 aumenta la capacidad de tratamiento a 1950 tpd. En julio de 2003 la capacidad de tratamiento se incrementa a 2800 tpd. En el 2004, se inicia el Proyecto de Ampliación, el cual ha permitido alcanzar el nivel de tratamiento por encima de las 4100 tpd.

En el 2007 Se realiza la ampliación de la planta, con esto a partir de enero del 2008 la producción es de 6000 tpd. (Ver ANEXO 01)

En febrero del 2008 **Iberian Mineral Corp**, adquiere el 92% de las acciones de Cia Minera Condestable.

2.1.2 Ubicación

La Mina Condestable, se ubica en el distrito de Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima (Ver fig.1).

Corresponde a sus principales instalaciones las siguientes coordenadas geográficas: 76° 35' 30" de longitud W y 12° 42' 02" de latitud Sur.

Su acceso desde la ciudad de Lima, se efectúa utilizando la siguiente ruta:

- Autopista Lima – Mala = 90 km.
- Trocha afirmada = 0.5 km.

El área se ubica en la franja de la Costa Peruana, donde las alturas máximas llegan a 800 m.s.n.m (C° Marqueza), las alturas más bajas llegan a 80 m.s.n.m.

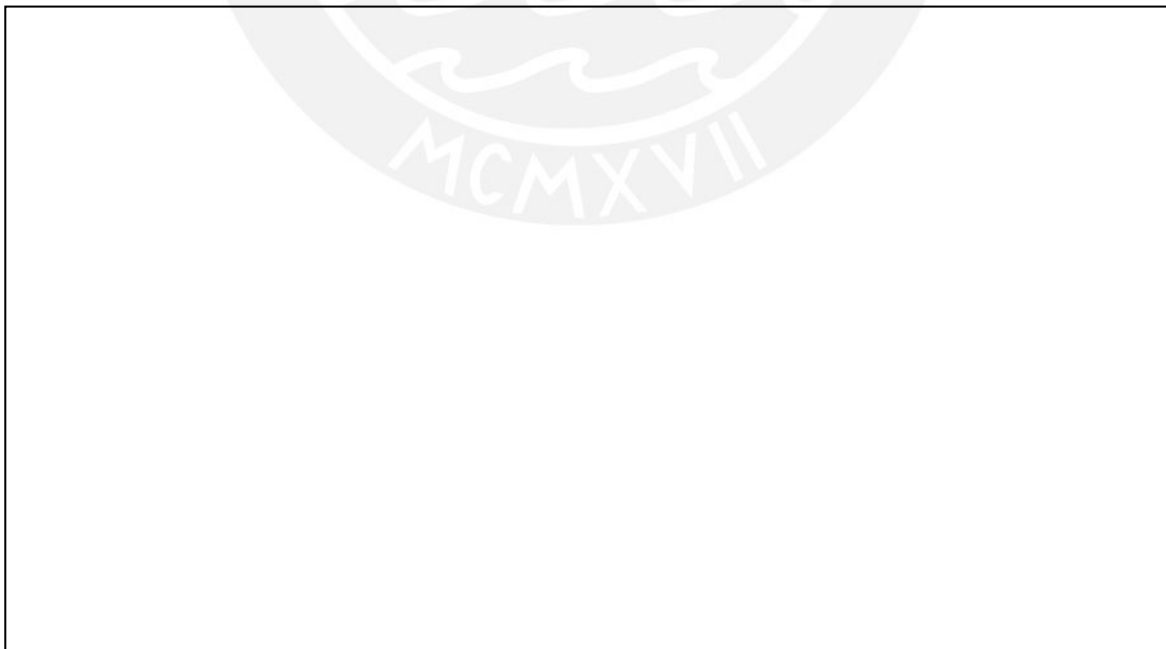




Fig.1: Mapa de Ubicación

2.1.3 Geografía

2.1.3.1 Clima

El clima del área es típico de la Costa Peruana, cálido y húmedo en verano con temperaturas que oscilan durante el día entre 20° y 30° C con medias de 75 % de humedad relativa, mientras que en el invierno la temperatura oscila entre 11° y 18°, con humedad relativa de hasta 100 % que sumada a la precipitación de llovizna estacional, favorecen el desarrollo de vegetación de pastizales en las lomas, situación que es aprovechada por pastores nómades que bajan de la cordillera con ganado caprino y vacuno.

2.1.3.2 Fisiografía

Geomorfológicamente se reconocen depósitos eólicos que cubren las antiguas llanuras de inundación y flancos más bajos de los cerros; depósitos fluvio-aluvionales en las quebradas, testigos de períodos de avenidas de agua torrenciales y depósitos coluviales o de piedemonte que se extienden a manera de abanicos en los flancos escarpados de cerros pedregosos y que en el invierno se cubren de un musgo verde y alojan vegetación de lomas.

2.1.4 Geología General

2.1.4.1 Tipo de Depósito

Existen dos tipos de Mineralización de cobre en Mina Raúl:

- ✓ Mantos tabulares emplazados y sub. Concordantes con buzamiento entre los 35 y 45 grados
- ✓ Vetas discordantes tabulares que atraviesan los mantos a los largo desde noreste y noroeste.

El depósito operado en las unidades “Raúl” y “Juanita de Bujama” consiste en vetas, mantos por reemplazamiento de capas calcáreas, así como diseminaciones y rellenos de porosidad en brechas volcánicas y tufos estratificados, mineralizados con chalcopirita, bornita, pirita, pirrotita, magnetita, hematita, escapolita, calcita, cuarzo, y anfíboles. Presencia local de molibdenita, esfalerita, galena. Los minerales económicos principales son la chalcopirita y bornita; oro y plata como subproductos en los concentrados.

Procesos de oxidación y enriquecimiento supergénico quedan de manifiesto por la presencia de cobre nativo, malaquita, azurita, covelita, calcosina, cercanos a la superficie, y en profundidad favorecidos por el fuerte fallamiento en las vetas.

2.1.4.2 Mineralización

Las mineralizaciones metálicas ocurrieron como dos asociaciones. La primera de estas, es la asociación Fe-Cu y consiste básicamente de calcopirita, pirita, magnetita y contenidos menores de pirrotita, galena, esfalerita, illmenita, molibdenita, bornita, mackinawita, valerita, marcasita, electrum y cobalto, siendo la mena de calcopirita con subproductos de Ag y Au. La asociación Pb-Zn es tardía e insignificante y ocurre como vetas y venillas menores de galena y esfalerita con trazas de pirita, calcopirita, tetrahedrita, melnicovita, Au y calcita. No se ha observado formaciones exhalativas de las asociaciones Cu-Fe o Pb-Zn. (J. Injoque 2002)

La temperatura máxima de formación es alrededor de 320°C A 414°C y los estudios de isótopos (S, H, O) e inclusiones fluidas indican que el azufre y fluidos mineralizantes fueron de origen marino y que no hubo ebullición.

Las menas en mantos constituyen alrededor del 55% de la mineralización en Raúl, mientras que la mineralización en vetillas y diseminados constituyen alrededor del 35%, y las vetas un 10%. (Riplay & Ohmoto, 1977, 1979).

En los depósitos IOCG (pero además en pórfidos de cobre y skarn) es común observar la siguiente secuencia paragenética “de oxidación”:

Hematita → Magnetita → Pirita → Calcopirita

En otros lugares (dentro del mismo depósito) esta secuencia de oxidación puede ser reemplazada (no en todos los depósitos) por una secuencia “reductora”:

Pirrotita → Pirita → Calcopirita

La terminología “oxidación” y “reducción” (de Haller, 2006) de estas dos secuencias se refiere a su formación mineral (hematita o pirrotita). (A. de Haller, 2004)

En la zona de Raúl se destacan las siguientes características para la mineralización (Ver: ANEXO 02)

En la unidad de Calicantro la mineralización es de pirita-calcopirita (py>cpy) muy restringidas a fracturas y venillas. En la pseudo brecha cerca al contacto con el pórfido cuarzo-diorítico hay una concentración de pirita hasta 3% y calcopirita escasa menor a 1%, podría convertirse en una unidad prospectiva en la medida de encontrar horizontes clásticos.

- ✓ En la unidad Apolo la mineralización está más definida y restringida a los horizontes de arenisca que forman mantos con una dirección y buzamiento de N50°W/35°SW, el primero tiene de 2m de ancho se encuentra en grauwaca y el segundo se encuentra cerca al contacto con las lavas Calicantro. La mineralización está formada por una concentración fina de calcopirita y pirita (30%), asociados a la actinolita y formando horizontes finos discontinuos. La guía superficial es la intercalación de grauwaca con arcosa, que forman una roca verde oscura de óxidos de cobre y óxidos de hierro. La sensibilidad magnética en estos mantos es baja y no se aprecia con el lapicero imantado.
- ✓ La unidad Actinolita se encuentra muy disturbada y la textura primaria de las lavas andesíticas está obliterada por fuerte actinolitización, presentando una textura de pseudo brecha que se confunden con horizontes tufáceos. La mineralización se caracteriza por alta densidad de venillas y fracturas rellenas por sulfuros-actinolita-magnetita y diseminaciones de calcopirita y pirita (cpy>py). La mayor mineralización está restringida a los horizontes escasos de tufos.
- ✓ La unidad Intermedio presenta intercalaciones de arenisca y tufos, que alojan mantos y diseminación de sulfuros en la caja. La pirita y calcopirita también van asociadas a actinolita magnetita y se presentan como diseminaciones, pequeños agregados y reemplazos menores de fases máficas en flujos, llegando a una abundancia máxima de casi 5% en volumen (E Ripley e Hiroshi Ohmoto). En la base y en el techo se encuentra cortada por diques del pórfido o sills cuarzo-diorítico inalterado. (Ubicación -3.5+1500).

- ✓ En la unidad Chicharrón la mineralización es favorecida por la permeabilidad de las areniscas intercaladas con las limolitas, por lo que la mineralización es del tipo manto con horizontes minerales de sulfuros-magnetita. En superficie muestran una oxidación fuerte formando hematita y limonita con óxidos de cobre. Esta secuencia en Raúl está cortada por sills, diques y lacolito del pórfido cuarzo-diorítico.

2.1.4.3 Características de las Estructuras Mineralizadas

Se reconocen las siguientes estructuras mineralizadas.

Mantos.- Principalmente en las unidades de Chicharrón y Apolo como reemplazamiento de calizas y tobas volcánicas. Su potencia varía de pocos cm. a 6 metros.

Su continuidad está interrumpida tanto longitudinal como transversalmente por fallas e intrusiones de pórfido andesítico - dacítico y diabasa.

Diseminaciones.- Ocurren de preferencia en horizontes de grawvacas y tobas volcánicas de las unidades Apolo, Polvorín e Intermedio y ocasionalmente en el pórfido dacítico, se presentan como finas diseminaciones y vetillas de Chalcopirita y Pirita, constituyendo algunas veces grandes cuerpos de forma irregular.

Brechas.- Tienen forma y dimensión variada, ocurren de preferencia como reemplazamientos localizados en niveles de brechas volcánicas de las unidades Actinolita y techo de Intermedio. La mineralización se presenta como finas diseminaciones y rellenando intersticios con Chalcopirita y Pirita.

Vetas.- Son generalmente transversales a los mantos, tienen buzamientos subverticales y han sido reconocidas en sus rumbos entre 100 y 600 m. El relleno mineral es de tipo rosario.

2.2 Métodos de Explotación

Los métodos de Explotación aplicados, dependiendo de la dureza de la roca encajonante, potencia y buzamiento de la veta son tres básicamente (Ver ANEXO 03)

2.2.1 Room and Pillar

El método de cámaras y pilares se aplica en los mantos y brechas con buzamiento promedio de 40° y potencias de 2 a 15m., en casos muy raros en vetas echadas.

Por lo general se recuperan los pilares, dejando solo los puentes de los niveles o pilares en las zonas de cruce de fallas. (Ver Fig.2).

La limpieza del mineral es solo por gravedad, no se sostiene ni se rellena.

La perforación y voladura convencional se realiza con taladros de 32 a 34 mm, longitudes mínimas de 4' y longitudes máximas de 10'. El explosivo es Superfam, Emulsión con guía blanca y fulminante.



Fig.2: Método de Explotación: Cámaras y Pilares.

2.2.2 Shrinkage

El shirinkage es aplicado en las partes estrechas subverticales de las vetas y en algunos mantos y brechas, donde las potencias varían desde 1 metro hasta 4 -5 metros. La longitud de los tajeos es de 100 en el rumbo, dividiéndose en dos bloques de 50m cada uno, en algunos casos se dejan pilares, en otros se extrae todo el mineral. La altura de los tajeos es de 40m, dejándose en los niveles puentes cómo mínimo 4 a 5 m. de altura.

Cuando se trata de veta, se corre la longitud lo más rápido posible debido a que los ramales y otras vetas fallan. (Ver Fig.3)

La limpieza del mineral se realiza a través de ventanas, mediante scoops. No se sostiene ni se rellena. El transporte del material mineral / desmonte, se realizan con unidades de marca volvo de 30 TM de capacidad, este rubro está totalmente tercerizado.

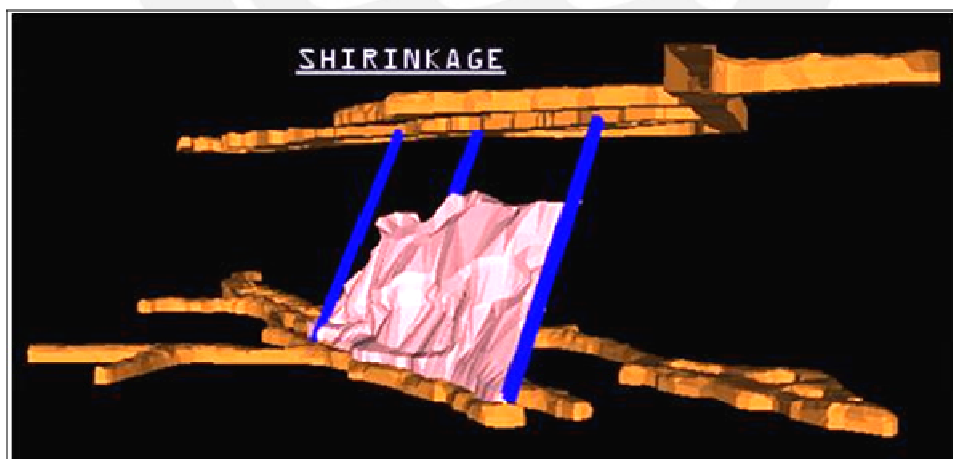


Fig.3: Método de Explotación: Shrinkage.

2.2.3 Sublevel Stopping

El método de minado: tajeos abiertos por subniveles (sublevel open stopping), se aplica en los cuerpos mineralizados, con longitudes de tajeos hasta 100 m., potencias de 5 a 20 m. y alturas de 20 a 40 m.

La perforación es en abanico en 360°, o paralela vertical hacia arriba o hacia abajo, con diámetro de taladros de 2.5" y longitudes de 20 m. La malla de perforación es cuadrada con espaciamiento de taladros de 1.70 a 1.75 m.

El explosivo utilizado es el Superfam con cebo emulsión Emulnor 5000. (Ver Fig.4)

La limpieza del mineral se efectúa con scoops a través de ventanas (drawpoints). No se utiliza ningún tipo de sostenimiento ni relleno, todas las cavidades quedan vacías.

El transporte del material mineral / desmonte, se realizan con unidades de marca volvo de 30 TM de capacidad, este rubro está totalmente tercerizado.

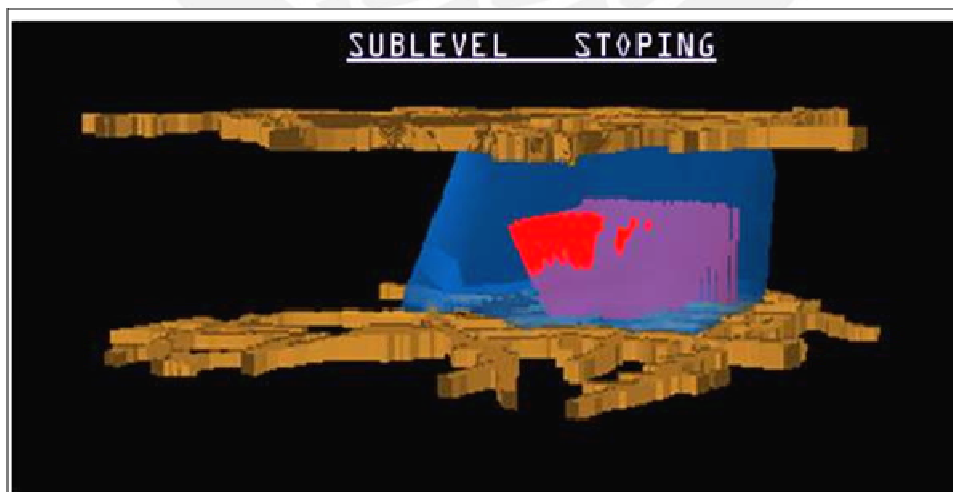


Fig.4: Método de Explotación: Tajos Abiertos por Subniveles.

2.3 Objetivo General

- ✓ El objetivo general de la tesis es proponer la “Guía para la Optimización de Flotas de Acarreo en minas subterráneas”, de tal manera que esté disponible como un método práctico y rápido para adaptarse a las condiciones cambiantes de la operación y lograr el incremento de la productividad, la disminución de costos del proceso de carga y acarreo, que conlleven a obtener el mejor ratio de Costo por TM – Km.

2.4 Objetivos Específicos

- ✓ Mayor conocimiento y control de los parámetros de los procesos de acarreo y transporte, lo cual se realizara mediante la observación y toma de tiempos en campo.
- ✓ Incrementar el rendimiento así como la utilización de los equipos mediante la disminución de los tiempos improductivos en ambos procesos.
- ✓ Obtener información para poder planear y programar trabajos, esto mediante el análisis anual desde el 2007 al 2009.
- ✓ Cuantificar el potencial de beneficio económico, debido tanto a la reducción de costos asociados al proceso como al incremento del rendimiento de los equipos.
- ✓ La Guía para la Optimización de Flota (Acarreo – Transporte) en minas subterráneas, debe permitir a cualquier operación minera subterránea, adaptarse a las condiciones cambiantes de la operación y maximizar el rendimiento al menor costo.

2.5 Alcances y Limitaciones

El trabajo se realizó en las dos unidades mineras (mina Raúl y mina Condestable) de la Compañía Minera Condestable S.A, contando con el apoyo de todas las jefaturas de área. Es así como se analizaron los procesos de acarreo y transporte durante los meses de enero- marzo 2008, noviembre – diciembre 2009, finalmente el trabajo de gabinete se realizó en los meses enero-abril 2010.



CAPITULO III

ANALISIS SITUACIONAL DE LAS OPERACIONES MINERAS

3.1 Situación Actual – Año 2010 :

A continuación mostraremos la situación actual de la empresa para el año 2009 en comparación con el año anterior, para con esto poder mostrar las mejoras o no de la empresa.

De igual manera poder proyectarnos a futuro, y diseñar una imagen objetivo a un plazo fijado determinando problemas, causas y soluciones probables.

3.1.1 Planeamiento de Minado

El programa de producción se establece día a día, mes a mes y para un año de operaciones; es decir, a corto plazo. Para esto se toman en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Las reservas de minerales accesibles.
- ✓ Las reservas de minerales parcialmente accesibles en caso sea requerido para completar el plan anual.
- ✓ La capacidad de producción.
- ✓ La capacidad de tratamiento.
- ✓ Programa de avances lineales (exploración, preparación, desarrollos)
- ✓ Levantamiento topográfico del mes anterior, la información geológica y de leyes de corte.
- ✓ Labores de preparación requeridas para accesar los bloques de explotación.

En el programa de producción, se indica el tonelaje y ley del mineral que saldrá de la mina.

3.1.2 Requerimiento de Equipo

El requerimiento de equipos está basado en los rendimientos actuales de los diferentes equipos, la disponibilidad mecánica así como la utilización.

Actualmente se trabaja tanto de modo convencional como mecanizado.

Se cuenta con los siguientes equipos para el modo mecanizado. (Ver ANEXO 04)

Para el transporte del material mineral / desmonte, se realizan con unidades de marca Volvo de 30 TM de capacidad, este rubro está totalmente tercerizado.

3.1.3 Proceso – Acarreo

a. Distribución - Scoop:

Como ya se hacía mención líneas arriba, la empresa cuenta con 15 equipos para el acarreo (9 Scoops de 4Yd³ y 4 Scoops de 6Yd³), la distribución grafica aproximada es la siguiente tanto para la unidad Raúl como para Condestable. (Ver ANEXO 05)

b. Rendimiento - Scoop:

Se ah realizado una recopilación de los rendimientos de los equipos de acarreo (scoop) desde el 2008 hasta fines del 2009. (Ver ANEXO 06)

Diagnostico:

En líneas generales se puede observar que el rendimiento de la flota (acarreo – transporte) es de 70 tm/hr para el año 2009, la cual ha mejorado con respecto al año 2008 que era de 63 tm/hr, incrementándose de esta manera en un 10% con respecto al 2008, lo cual se debe principalmente al aumento del rendimiento de los equipos de 6yd³, por el contrario los equipos de 4yd³ disminuyeron su rendimiento de 56 tm/hr en el 2008 a 54 tm/hr en el 2009, disminuyendo de esta manera en un 4% con respecto al 2008, estando muy lejos de su objetivo de 64 tm/hr, de acuerdo al plan de reducción de costos.

c. Disponibilidad Mecánica y Utilización Efectiva:

Se ah realizado una recopilación de la disponibilidad y utilización efectiva de los equipos de acarreo (scoop) desde el 2008 hasta fines del 2009. (Ver ANEXO 07)

Diagnostico:

Para los equipos de 6Yd³; en el 2008 se tenía una disponibilidad mecánica de 77.5% en el 2008 pasando a 81.3% en el 2009 incrementándose de esta

manera en un 5% con respecto al 2008. En cuanto al porcentaje de utilización también ha disminuido en 8% con respecto al 2008.

Para los equipos de 4 Yd3; se tenía una disponibilidad mecánica de 91% en el 2008 pasando a 84% en el 2009 disminuyendo de esta manera en un 7% con respecto al 2008. En cuanto al porcentaje de utilización también ha disminuido en 21% con respecto al 2008.

d. TM Movidas por Capacidad de Scoop:

Se ha realizado una recopilación de las toneladas movidas por capacidad de equipos de acarreo desde el 2008 hasta fines del 2009. (Ver ANEXO 07)

Diagnostico:

El tonelaje movido mensual por los equipos de acarreo ha disminuido de manera considerable en comparación al año 2008 para los equipos de 6 Yd3 EN 2% aproximadamente 400 TM y para los equipos de 4Yd3 en 9% aproximadamente 1500 TM. En total unos 19,000 TM aprox. esto debido principalmente:

A la disminución de horas máquinas, rendimientos de los scoops de 4yd3 y utilización de los mismos.

3.1.4 Proceso - Transporte

a. Distribución - Volquetes:

Para el transporte del material (mineral, desmonte), se realiza con unidades de marca volvo de 30 TM de capacidad, este rubro está totalmente tercerizado. Se cuentan con 23 unidades de la Empresa NCA y 5 unidades de la empresa Transtop, la distribución se realiza mediante el programa de extracción entregado por mina.

b. Distancias – Material Transportado:

Las distancias varían de acuerdo al lugar o zona de acumulación a transportar el material (mineral – desmonte), Se ah realizado una recopilación de las distancias promedio durante los dos últimos años para las dos unidades Condestable y Raúl. (Ver ANEXO 08)

Como ya sabemos la distancia de transporte de desmonte y mineral debe ser la menor posible, ya que a mayor distancia de transporte se reduce nuestra productividad.

Diagnostico:

Para la extracción de mineral las distancias en mina Raúl aumentan con respecto al 2008 debido a que la explotación de la mina se concentra más en los niveles inferiores.

Para la extracción de desmonte las distancias en mina Raúl han disminuido por el relleno de tajos vacíos en interior mina, proyecto de desmontera interior mina.

En mina Condestable, los últimos meses del año la distancia de mineral aumentó debido a que se vienen explotando principalmente el Nv 235, anteriormente se extraía más mineral del Nv. 295 el cual presenta una menor distancia a chancado.

A partir de Setiembre del 2009 disminuyó la distancia en desmonte para Condestable debido a que se comenzó a utilizar desmonteras en interior mina.

3.1.5 Profundización de las Labores

Se ah realizado una recopilación del material extraído de ambas minas (Raúl y Condestable), desde el 2007 hasta fines del 2009. (Ver ANEXO 09)

Las operaciones mineras año a año se van profundizando, requiriendo mayor número de equipos y personal como se observa desde el 2007 al 2010.

La explotación de mineral se realiza principalmente en los niveles inferiores.

En el año 2009 el 83% de las labores de mineral se han centralizando en cuatro (4) niveles (-20, -55, -95, -130); a diferencia de años pasados en donde la explotación se daba en cinco (5) niveles.

El desmote viene principalmente de niveles inferiores (-95, -130, -175 y -215).

Diagnóstico:

Para el 2010; la unidad Raúl se encontrara más centralizada, por tanto debería disminuir el tiempo de traslados de Scoop y Jumbo.

El tonelaje de desmote aumentará debido a un mayor avance en la profundización.

El 70% del tonelaje de desmote de mina Raúl será extraído por CMC el resto por la contrata.

La extracción por niveles de mineral para el 2010 será semejante al del 2009.

3.1.6 Diseño de extracción Material

Como ya se menciona, el transporte de mineral se realiza en forma mecanizada, es decir con volquetes de 30 toneladas de capacidad, las zonas de acumulación son: (Ver ANEXO 10)

- ✓ Para Mineral:
 - Chancadora
 - Canchas 1, 2, 3,4 Raúl
 - Canchas de condestable

Frente a Balanza

- ✓ Para Desmante:
 - Desmontera
 - Botadero Lavadero
 - Botadero TJ287 NV.+125 – Raúl
 - Botadero 2278 NV. -95 – Raúl
 - Botadero 75 NV. -115 – Raúl
 - Botadero 70 NV. +235 – Condestable
 - Botadero 370 NV. +295 – Condestable

3.2 Aportes

A continuación mostraremos los aportes que se encuentran relacionados al acarreo y transporte realizados durante el 2008 al 2010 en la compañía.

3.2.1 Plan de Reducción de Costos

En los meses de noviembre y diciembre planteamos reducir los costos en los siguientes procesos, con el respectivo impacto económico que esto implica, (Ver Cuadro1), así como también los índices claves de gestión o también llamados Índices de Productividad, de acuerdo a la actividad o proceso a realizar, (Ver Cuadro2).

RESUMEN			
Reducción por:	Mensual (US\$)	Anual (US\$)	%
1 Aumento de rendimiento scoops	29,419	353,034	35%
2 Ampliación de malla en tajeos	28,976	347,709	35%
3 Control de sobrerotura	13,401	160,815	16%
4 Perforación específica	7,701	92,410	9%
5 Factor de potencia en Avance mecanizado	3,998	47,972	5%
TOTAL	83,495	1,001,939	100%

Cuadro 1: Plan de Reducción de Costos

Con los siguientes índices claves de gestión:

INDICES		Unid.	Actual	Propuesto
1	Rendimiento Scoop			
	4Yd ³	Tm / Hr	56	64
	6Yd ³	Tm / Hr	77	88
2	Rotura Convencional			
	Mantos	pp / Tm	2.60	2.04
		Kg /Tm	0.37	0.28
	Vetas	pp / Tm	3.43	2.75
		Kg /Tm	0.49	0.38
3	Sobrerotura	%	25%	10%
4	Perforación Específica (avance mecanizado)	pp / m-avance	117	107
5	Factor de potencia (avance mecanizado)			
	3.5 x 3.0	Kg / m-avance	31.4	26.3
	4.0 x 4.0	Kg / m-avance	38.5	32.0

Cuadro 2: Índices de Gestión.

Balance del plan de reducción de costos para el año 2009: (Ver Cuadro 3, Fig. 5)

Balance plan de reducción de costos 2009														
Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total ahorro Acumulado	Incidencia
Rendimiento de scoop	11,187	-12,470	-192	-771	-3,620	825	-3,747	5,898	8,940	7,406	-1,951	-7,133	4,371	1%
Ampliación de malla	2,471	810	7,221	2,285	13,735	7,068	11,094	15,583	14,524	5,994	-2,807	7,187	85,164	16%
Sobrerotura	780	-42	-3,996	-674	1,655	3,617	9,771	6,151	7,423	5,822	7,425	3,738	41,669	8%
Perforac. Jumbo	2,877	3,109	2,490	2,365	3,403	4,067	4,903	3,734	3,738	3,161	4,980	4,656	43,482	8%
Factor Carga Meca.	1,765	6,990	6,709	4,755	5,461	7,876	7,010	6,976	7,801	7,996	10,338	9,918	83,594	16%
Relleno interior mina	9,141	21,572	20,740	20,769	13,728	17,667	15,637	14,190	8,804	38,215	32,172	45,575	258,210	50%
Total US\$	28,221	19,969	32,971	28,728	34,363	41,120	44,667	52,531	51,229	68,593	50,156	63,941	516,489	100%

Cuadro 3: Plan de Reducción de Costos: Balance 2009

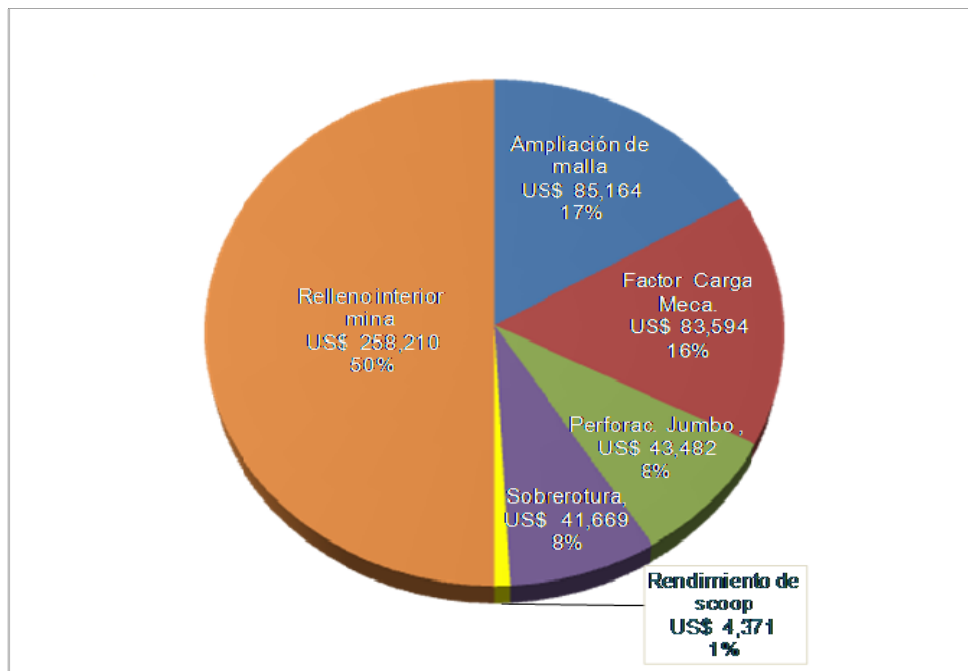


Fig. 5: Plan de reducción de costos: Incidencia de Actividades

a. Acarreo y Transporte:

Como se puede observar en los cuadros anteriores, se va a proceder al aumento del rendimiento (TM/Hr) de los equipos de acarreo (scoops), disminuyendo de esta manera la cantidad de equipos de acarreo de 7 a 6 equipos de 4Yd3, con esto realizaremos un ahorro de 1 hora por guardia, lo cual implica un ahorro mensual de 18,900 dólares para el scoop de 4 Yd3 y de 10,519 dólares para el scoop de 6 Yd3, lo cual implica un ahorro al año de 226,800 y 126,234 dólares respectivamente, (Ver Cuadro 4). Detalles: (Ver ANEXO 11).

Equipo	Rend actual Ton / Hr	Objetivo Ton / Hr	Ahorro gdia Horas	Ahorro Mensual US\$	Ahorro Anual US\$	Flota Scoops Actual Unid.	Flota Scoops Óptima Unid.
Scoop 4 yd³							
Escenario 2	56	64	1.0	18,900	226,800	7	6
Scoop 6 yd³							
Escenario 2	77	88	1.0	10,519	126,234	3	3

Cuadro 4: Impacto Económico por Equipo de Acarreo.

Acciones a tomar:

- ✓ Centralización de explotación de tajeos y avances.
- ✓ Disminuir traslados innecesarios.
- ✓ Dar facilidades a los operadores de scoop para su ingreso y salida.
- ✓ Abastecimiento de petróleo cerca de la labor.

b. Ahorro por Desmontera Interior Mina

A partir del mes de Octubre se empezó a utilizar el TJ_75 en el nv -95 como desmontera, obteniéndose un mayor ahorro, debido a la reducción de distancias.

Para información; el costo de transporte de mineral y el de desmonte es de 0.41\$/TMxKM transportado.

El 78% del desmonte de Raúl se empleo en relleno interior mina.

En los meses de Octubre y Noviembre se tuvo mayor tonelaje de desmonte debido a los avances de Opermin (E.E) y el aumento de avance mecanizado CMC.

En líneas generales se ha obtenido un ahorro de US\$ 258,210 en el 2009 por desmontera interior mina. (Ver ANEXO12)

3.2.2 Flota Acarreo - Transporte para el 2010

Se realizó el cálculo de flota acarreo y transporte para el 2010, para lo cual usamos las metas físicas proporcionadas por el área de planeamiento. (Ver ANEXO 13)

La capacidad, las horas por guardia, los rendimientos, el tonelaje movido por cada tipo de scoop se extrajeron del informe de productividad octubre 2009.

Cálculo de Flota Acarreo:

Datos: Promediados de Enero a Octubre del 2009, (Ver Cuadro 5)

- ✓ Horas Guardia (Hr)
- ✓ Rendimientos (Tn/Hr)
- ✓ % TM por cuchara-scoop.

Scoop	4Yd3	6Yd3
Hr Gda	6	7
Rendimientos	55	86
% TM	54%	46%
Hr/mes	360	420
TM /mes-scoop	19,800	36,120

Cuadro 5: Datos promedio enero-octubre 2009.

Realizaremos un ejemplo de cómo se realizó el cálculo solo para el scoop de 4Yd³.

TM por mes2010 -Scoop:

$$\begin{array}{rclcl}
 \text{TM 4Yd3} & = & \text{TM/mes (prom.) 2010} & * & \% \text{ TM 2009} \\
 125,118 & = & 231,700 & * & 54\%
 \end{array}$$

Número de Scoop por mes:

$$\text{Nº Scoop 4Yd3} = \frac{\text{TM4Yd3}}{\text{TM/mes - scoop}}$$

$$\text{Cantidad de Scoop 4Yd3} = \frac{125,118}{19,800} = 7 \text{ scoop}$$

Flota Scoop: incluido Balanza o doble manipuleo (Ver cuadro 6)

RAUL 2010	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CMC_TM	218,986	202,741	218,986	213,904	218,986	213,904	218,986	218,986	213,904	218,986	213,904	218,983
Balanza	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855
Scoop 4Yd3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Scoop 6Yd3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Cuadro 6: Cantidad de equipos acarreo – con doble manipuleo.

Se puede observar que el requerimiento de equipos es de 10, 7 de 4Yd³ y 3 de 6Yd³.

Flota Scoop: sin incluir Balanza o doble manipuleo (Ver cuadro 7)

RAUL 2010	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CMC_TM	218,986	202,741	218,986	213,904	218,986	213,904	218,986	218,986	213,904	218,986	213,904	218,983
Scoop 4Yd3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Scoop 6Yd3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Cuadro 7: Cantidad de equipos acarreo – sin doble manipuleo.

Realizaremos escenarios para poder disminuir la cantidad de equipos:

- c. Modificando las horas operativas de scoop: (Ver cuadro 8)
 - Includo balanza o doble manipuleo

		Hr Gda 4Yd ³						
		5	5.5	6	6.5	7	7.5	8
Hr Gda 6Yd ³	6	11	11	10	10	9	9	9
	6.5	11	11	10	9	9	9	8
	7	11	10	10	9	9	8	8
	7.5	11	10	9	9	9	8	8
	8	11	10	9	9	8	8	8
	8.5	10	10	9	9	8	8	7
	9	10	10	9	8	8	8	7

Cuadro 8: Modificando Horas Operativas – con doble manipuleo.

Como podemos observar actualmente nos encontramos en 10 equipos 7 unidades de 4 Yd³ y 3 unidades de 6 yd³, con horas guardia de 6 y 7 respectivamente. Modificando las horas operativas realizando un aumento de 0.5 hr de operación a cualquiera de ellos podríamos ahorrarnos un equipo, para nuestro caso podría ser más accesible aumentar las horas operativas a

los equipos de 4 Yd³, ya que como podemos observar son mayoría y se podría observar un mayor cambio con respecto a los equipos de 6 Yd³.

- Sin incluir balanza o doble manipuleo (Ver Cuadro 9)

		Hr Gda 4Yd ³						
		5	5.5	6	6.5	7	7.5	8
Hr Gda 6Yd ³	6	11	10	10	9	9	8	8
	6.5	10	10	9	9	8	8	8
	7	10	10	9	8	8	8	7
	7.5	10	9	9	8	8	8	7
	8	10	9	9	8	8	7	7
	8.5	10	9	9	8	8	7	7
	9	10	9	8	8	8	7	7

Cuadro 9: Cantidad de equipos acarreo – con doble manipuleo.

Como podemos observar actualmente nos encontramos en 9 equipos 6 unidades de 4 Yd³ y 3 unidades de 6 yd³, con horas guardia de 6 y 7 respectivamente. Modificando las horas operativas realizando un aumento de 0.5 hr de operación a ambos podríamos ahorrarnos un equipo, o como otra alternativa podríamos aumentar las horas operativas del scoop de 4 Yd³ a 1 hora teniendo el mismo resultado. Para nuestro caso podría ser más accesible aumentar las horas operativas a los equipos de 4 Yd³, ya que como podemos observar son mayoría y se podría observar un mayor cambio con respecto a los equipos de 6 Yd³.

Plan de Acción:

- ✓ Una movilidad acondicionada para ingreso de la supervisión y operadores a interior mina (Taller nv-20) – Disminución de traslados.
- ✓ Asignación de un área del taller nv-20 para la ubicación de lockers y escritorios para despacho de guardia – Disminución de traslados.
- ✓ Incrementar las mangueras de lavado de equipos a cuatro por lo menos, solo hay una.

d. Modificando el rendimiento de scoop:

Datos: (Ver Cuadro 10)

- ✓ Horas Guardia (Hr)
- ✓ Rendimientos (Tn/Hr)

	E 1 (Flota 2010)		E 2 (Objetivo)	
	4Yd3	6Yd3	4Yd3	6Yd3
Hrs Gda	6	7	6	7
Rendimientos	55	86	64	88
Hrs/mes	360	420	360	420
Tm/mes-scoop	19,800	36,120	23,040	36,960

Cuadro 10: Datos promedio enero-octubre 2009 y del Plan de reducción de costos.

Se puede observar en la tercera columna del cuadro los rendimientos objetivos planteados en el plan de reducción de costos tocado en el punto 3.2.1.

Realizando los cálculos respectivos, al igual que observamos en el plan de reducción de costos se va a lograr disminuir una unidad de equipos de acarreo (scoop), colocando los rendimientos objetivos. (Ver Fig.6)

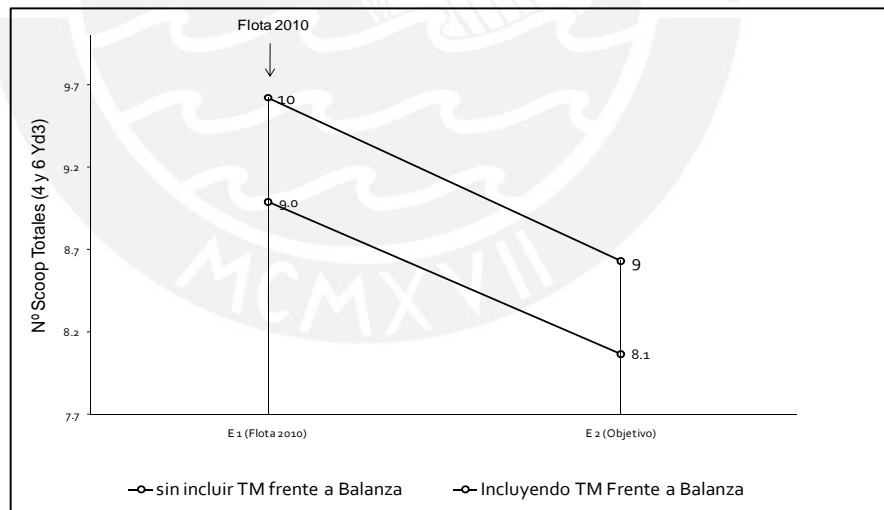


Fig.6: Método de Explotación: Tajos Abiertos por Subniveles.

Se observa que al igual que en la anterior posibilidad es más accesible aumentar las horas operativas a los equipos de 4 Yd³, por los motivos ya expuestos.

Plan de Acción:

- ✓ Disminuir traslados innecesarios, centralizando explotación de tajeos y avances.
- ✓ Creación de cargadores de acuerdo al estándar (d: 150m).
- ✓ Mejorar fragmentación del material (carguío de bancos).
- ✓ Distribución de flota (Scoop – Volquetes), identificar los criterios para la distribución de equipos.
- ✓ Continuar con el correcto llenado del reporte de ocurrencias de equipos.

Cálculo de Flota Transporte:

Datos:

- ✓ Distribución de tonelaje mensual - Metas físicas 2010
- ✓ Flota de Transporte por mes

Con la toma de tiempos realizada en el mes de setiembre del 2008, se tienen los tiempos de transporte desde nivel hasta chancadora y desmontera, obteniendo de esta manera la cantidad de viajes promedio. (Ver ANEXO 14)

$$\text{Número de Volquetes} = \frac{\text{TM/día (mineral + desmonte prom)}_{2010}}{\text{Toneladas / día - volquete}}$$

$$\text{Número Volquetes} = \frac{9,764 \text{ TM /día}}{380.4 \text{ TM/día /Volquete}} = 26 \text{ volquetes}$$

3.2.3 Elaboración de Procesos y Procedimientos

Se crearon formatos de los procesos y procedimientos para ciclo de minado (perforación, voladura, acarreo y transporte). (Ver ANEXO 15)

Un proceso es una serie de actividades que permiten asegurar una adecuada creación, revisión, utilización y actualización de los procedimientos.

Por otro lado, la creación documentada de los procesos y procedimientos es más importante de lo que aparenta ser, ya que no es simplemente una recopilación de procesos. Podríamos decir que en una empresa en donde no se aplique correctamente (o para nada) el uso de los manuales de procesos y procedimientos, se presentarán seguramente uno o varios síntomas mencionados aquí como los más comunes:

- ✓ Confusión en las responsabilidades: Al no existir una definición y delimitación clara de las responsabilidades de cada departamento.
- ✓ No habrá normas establecidas: Lo cual representa una grave desventaja en el uso de la autoridad frente a la incompetencia o irresponsabilidad de los trabajadores.
- ✓ No hay un control eficaz de las actividades: El manual de procedimientos permite controlar de manera ágil todos los procesos y procedimientos que se llevan a cabo en la empresa, lo cual facilita la toma de correctivos en el momento de presentarse una falla, porque enumera uno a uno los pasos que se realizan, lo cual simplifica al máximo el proceso de búsqueda del factor deficiente (el que causa la falla) y corregirlo. Cuando este no es aplicado, los procesos son vistos como un solo paso, y si algo “sale mal” seguramente deberá optarse por cambiar todo el proceso.
- ✓ No hay un procedimiento establecido: Podríamos referirnos a la administración científica de Taylor que en resumidas cuentas dice que al analizar el proceso de producción y aplicar la administración científica, se puede obtener el máximo de bienestar. Al no existir un

procedimiento pre-establecido, (es decir al concepto de cada trabajador) habrá un gran desperdicio de recursos (unos trabajadores usarán demasiados y otros muy pocos) y una gran deficiencia en cuanto a efectividad (los distintos métodos utilizados por cada trabajador pueden no ser los más efectivos).



CAPITULO IV

ANALISIS DEL ACARREO Y TRANSPORTE

4.1 Análisis de Áreas Clave:

Todo diagnóstico situacional de la empresa minera y en nuestro caso de la compañía Minera Condestable, presenta desafíos para elaborar el proceso de planeación, para esto se cuentan con indicadores claves de rendimiento. Los cuales serán analizados mes a mes para el año 2008 y 2009, a fin de que nos sirva como línea de base para elaborar los objetivos y metas futuras.

Así tenemos:

Productividad: La productividad y rendimiento de las operaciones, constituyen indicadores de éxito en las empresas mineras; en el caso de la unidad de producción Raúl y Condestable, esta área se viene implementando desde finales del 2007.

A continuación se hará uso de herramientas de análisis externo empresarial para encontrar el o los procesos que más implicancia tienen en el rendimiento de la operación Mina.

El Diagnóstico tiene como objetivo primordial lo siguiente:

- ✓ Determinar el grado de eficiencia de la empresa y ;
- ✓ Determinar las causas de las deficiencias.

Los procesos principales a los cuales nos vamos a referir y estudiar son: Perforación, Voladura, Acarreo y Transporte; a pesar de que solo se analizarán más profundamente el acarreo y el transporte, es necesario precisar que las fases anteriores a estas tienen una gran influencia en el rendimiento de la operación, como vamos a poder observar.

Se ha diseñado una escala que representara el grado de satisfacción del funcionamiento o la realización de cada Factor/Función, Cero por ciento (para la total insatisfacción) hasta 100 por ciento (para la total satisfacción).

Escala:

- a. Muy Bueno.....100%
- b. Bueno.....75%
- c. Regular..... 50%
- d. Malo25%
- e. Muy malo.....0%

En Resumen:

Resumen del análisis Factorial y Causal															
ÁREA	VALOR	EFICIENCIA										CAUSA			
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1	2	3	4
PERFORACIÓN	75.0%											75.0%	0%	25.0%	0.0%
VOLADURA	81.3%											20.0%	80.0%	0.0%	0.0%
ACARREO	56.3%											0.0%	0.0%	57.1%	42.9%
TRANSPORTE	50.0%											0.0%	0.0%	42.9%	57.1%
	65.6%														

EFICIENCIA Y DEFICIENCIA DE LAS ACTIVIDADES DE LA ORGANIZACIÓN :		
Eficiencia de la Organización:	EO	65.6%
Deficiencia de la Organización:	DO	34.4%

Los principales procesos en Operaciones Mina, fueron analizados y se tiene lo siguiente: el proceso más eficiente es Voladura con una eficiencia de 81.3%, seguida por Perforación (75%), por Acarreo (56.3%); y finalmente el proceso que tiene menor índice de eficiencia es Transporte (50%).

El área que actualmente genera mayores impedimentos en los procesos de operaciones Mina es Acarreo (31.5%), seguido por Transporte (25%), Perforación (23.75%), y finalmente Voladura (20%). (Ver ANEXO 16)

Por lo tanto en análisis girara en torno al acarreo y transporte como procesos claves para el incremento de la productividad y la disminución de los costos.

4.2. Sistema de Trabajo:

Explicaremos de modo grafico el sistema o plan de trabajo de manera general, que se va a seguir.

Para esto se ah tenido en cuenta el análisis previo explicado en el punto 4.1.

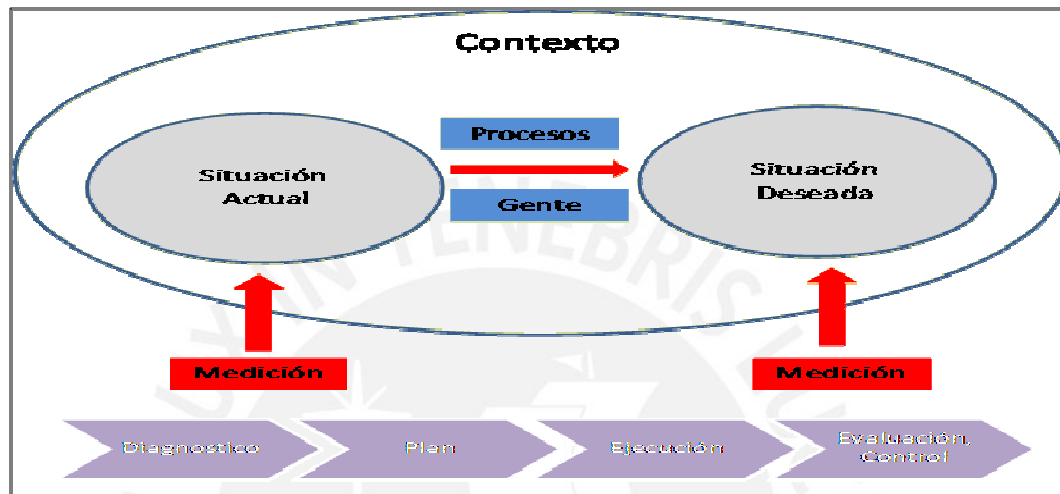


Fig. 7 Sistema de Trabajo

Como se puede observar primero se realizara una medición de la situación actual de los procesos claves encontrados o hallados en el ítem 4.2, se procederá con la medición de la situación actual (año 2008), y mediante el análisis de los procesos así como el apoyo del personal, se lograra llegar a la situación deseada, posterior a esto se realizara una evaluación y finamente un control para corroborar el incremento de productividad.

El sistema de trabajo se realizara en tres Fases:

Fase 1 - Levantamiento Información Mina.

El levantamiento de información se realizara mediante la toma de tiempos tanto para el acarreo como para el transporte de material. Para esto se crearon formatos de llenado. (Ver ANEXO 17)

Ciclo total de Acarreo:

- Tiempo traslado: Es el tiempo que le toma al scoop trasladarse desde la cámara de carguío a cargar y regresar a la misma con carga.
- Tiempo maniobra 1: Es el tiempo que transcurre desde que el scoop llega a la cámara de carguío hasta el comienzo de la descarga.
- Tiempo descarga: Es el tiempo que tarda el scoop en descargar.
- Tiempo maniobra 2: Es el tiempo que transcurre desde que el scoop finaliza la descarga hasta el traslado hasta el acceso de la cámara de carguío.

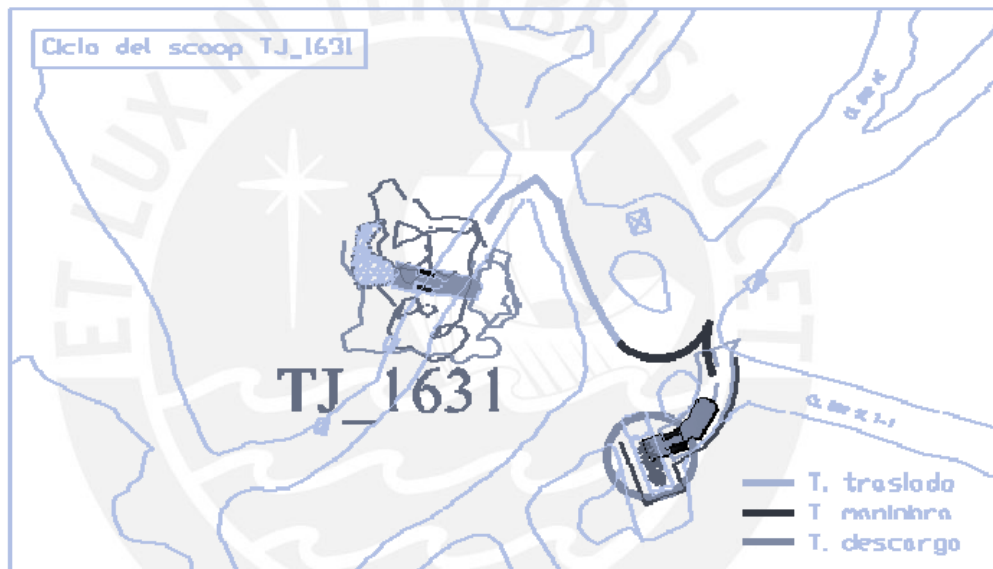


Fig. 8 Ciclo de Carguío – Equipo Scoop

$$\mathbf{T. traslado + T. maniobra 1 + T. maniobra 2 + T. descarga = T Ciclo Total Carguío}$$

Ciclo total de Transporte:

- Tiempo traslado1: Es el tiempo que le toma al volquete trasladarse desde la cámara de carguío y trasladar el material a la respectiva zona de acumulación (chancado, desmorte, canchas, etc.).

- Tiempo maniobra 1: Es el tiempo que transcurre desde que el volquete llega a la cámara de carguío y se posiciona en dicha cámara para recibir la carga de parte del scoop.
- Tiempo descarga: Es el tiempo que tarda el volquete en la descarga del material en las diferentes zonas de acumulación.
- Tiempo de traslado 2: Es el tiempo que transcurre desde que el volquete a descargado el material y regresa a la cámara de carguío para volver a cargar.

$$T, \text{ traslado1} + T, \text{ maniobra 1} + T, \text{ descarga} + T, \text{ traslado2} = T \text{ Ciclo Total Transporte}$$

Como podemos observar la recolección de datos fue directa en campo. (Ver ANEXO 18)

✓ Procesamiento de los Datos y la Estimación de Indicadores:

Se realizaron en gabinete, en primer lugar se depuran los datos a fin de tener una base confiable y que represente lo mejor posible la realidad, luego se procesa la data para obtener los diferentes índices y parámetros que nos ayuden a analizar el proceso, creamos cuadros de resultados y también representaciones gráficas de los mismos a fin de tener una visión más completa de lo que sucede en el ciclo de minado. (Ver ANEXO 19)

✓ Resumen de Actividades:

El cuadro en resume nos muestra el estudio de tiempos realizado durante 4 guardias de 12 horas cada una, aquí observamos en forma detallada los tiempos totales y promedio que toma realizar cada una de las actividades dentro del proceso de acarreo y el porcentaje que representan del total de la guardia; se observa también la clasificación de estas actividades en Tiempos Productivos, Tolerancias y Tiempos Improductivos además dentro de ellos se subclasifican en actividades de igual origen. (Ver ANEXO 20)

Fase2 - Identificación de Áreas de Oportunidad.

A. Análisis de Resultados:

La aplicación de los conocimientos de la ciencia minera y el criterio que caracteriza al profesional de ingeniería deben permitir que en esta etapa del estudio se aproveche de la mejor manera el trabajo de la primera fase, proponiendo soluciones a los problemas encontrados, potenciando los puntos que aún se pueden mejorar, y consolidando las actividades que consideremos buenas; en este sentido hemos propuesto mejorar nuestro sistema de acarreo y transporte con una mejor distribución de equipos, lo cual permitiría reducir los tiempos muertos así como la mejora de nuestros índices traducido en un incremento de la productividad.

B. Principio del Pareto:

Hacemos uso del principio del Pareto para identificar las actividades no productivas que más implicancia tienen en la disminución de la productividad. (Ver Fig. 9, Fig. 10)

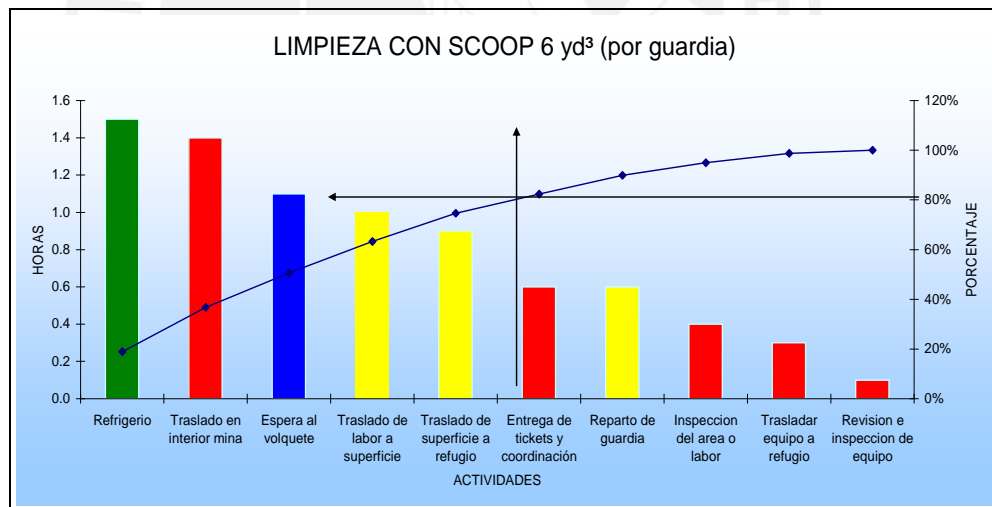


Fig.9 Pareto: Limpieza con Scoop de 6 Yd3 de Capacidad

Del grafico observamos “cinco” actividades detrás de la línea del 80% que es de donde se determinan las actividades críticas, sin embargo, no es difícil notar que el único tiempo improductivo evitable (de color azul) es “**Espera al**

volquete” el cual toma un porcentaje alto (8.8%) del total del tiempo no productivo, lo que equivale a 1.1 horas de la guardia completa.

De esto deducimos que, *espera al volquete* es una **“actividad crítica”** y es esta la que se debe buscar reducir.

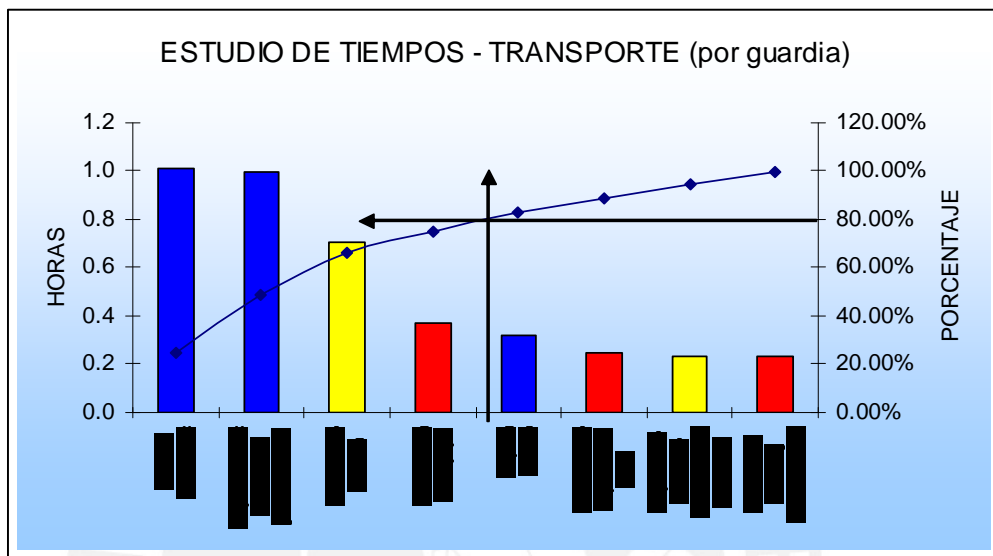


Fig.10 Pareto: Transporte de Material con Volquete

De este gráfico, al igual que el anterior, no es difícil notar que tenemos dos tiempos improductivos evitables (de color azul) los cuales son: **“Cola de volquetes”** y **“Reparaciones mecánicas del equipo”**, la primera actividad concuerda con la del acarreo ya que si tenemos mayor tiempo en espera del volquetes por parte del scoop, también tendremos una alta espera por parte del volquete a su regreso a la labor la cual será en nuestro caso de 1 hora del total del tiempo no productivo.

De esto deducimos que, la *cola de volquetes* es una **“actividad crítica”** y es esta la que se debe buscar reducir, así como también las *reparaciones mecánicas*.

C. Diagramas de Tiempo: (Ver ANEXO 21)

Los siguientes diagramas nos dan una idea más sencilla y precisa de lo que sucede en el transcurrir de la jornada laboral que en este caso es de 12 horas para el acarreo y de 8 horas para el transporte.

D. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP): (Ver ANEXO 15)

Los objetivos del diagrama de las operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo, que para nuestro caso se realizara para el acarreo (scoop) y transporte (volquete).

Fase3: Seguimiento y Control de Procesos.

La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos. Esto redundaría en un costo bajo, mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

El acarreo y transporte de mineral es uno de los rubros importantes en la estructura de costos en la operación de la mina y uno de los aspectos que muchas veces no se toma en cuenta es el de la distribución de flota, un parámetro fundamental al que se le debe dar toda la importancia del caso. También tenemos al mantenimiento como parámetro de alta importancia pero para nuestro caso no se tocara ese punto, nos centraremos más en la distribución de flota y en las soluciones operativas que se pueden brindar a estos dos procesos que forman parte del ciclo de minado.

A continuación se hará uso de herramientas de análisis interno llamada FACERAP, con la cual se realizara el análisis y solución de tiempos Improductivos evitables.

FACERAP, es un procedimiento de análisis de fallas, el cual es usado frecuentemente para darle peso a las fallas y darle una solución primordial de acuerdo a su valoración.

Luego de realizar el análisis mediante la herramienta **FACERAP** (Ver ANEXO 22), se puede colegir que en el acarreo y transporte hallamos como principales fallas:

- ✓ **Cola de volquetes; y**
- ✓ **La espera del scoop a la llegada del volquete.**

En donde ambas tiene una resultante de 30.8% por lo cual se concluye que estas son las principales fallas a evaluar y realizar soluciones a los responsables según sea.

Según plan de acción, podríamos sugerir algunas soluciones:

- ✓ Los operadores mina (Jefe de Sección y Jefe de guardia, deberían ser los responsables directos de la distribución de flota)
- ✓ Tener echaderos principales para que los tiempos de scoop por espera de volquete se anule.
- ✓ Señalizar todas las cámaras de carguío.
- ✓ Topografía debe de dar nombre a cada cámara de carguío.
- ✓ Topografía debe de entregar mensualmente a la empresa especializada de transporte planos de explotación con sus respectivas cámaras de carguío.
- ✓ La empresa especializada en transporte de material debe de capacitar a su personal en lectura de planos.
- ✓ Tener paneles informativos de cada nivel y la distribución de los tajeos y cámaras de carguío.
- ✓ Implementar programas de capacitación para mejorar los conocimientos y destrezas de los operadores.
- ✓ Mantenimiento continuo de las vías.

CAPITULO V

PROPUESTAS DE SOLUCION: GUIA PARA LA OPTIMIZACION DE FLOTA (ACARREO – TRANSPORTE) EN MINAS SUBTERRANEAS

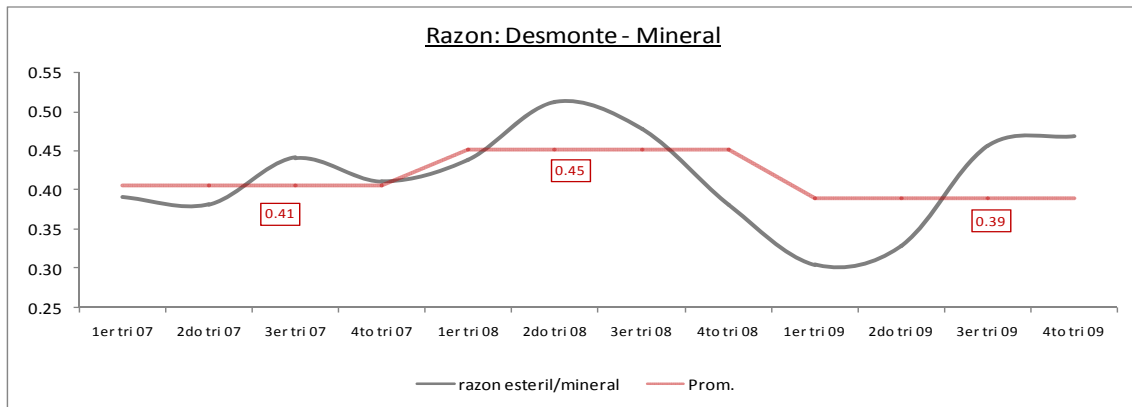
5.1 Concepto de Productividad:

La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos. Esto redundará en un costo bajo mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

\$	\$/Hr	Costo Horario	<ul style="list-style-type: none"> • Espera Scoop (Combustible) • Vías (Neumático) • Componentes (ejes, transmisión, motores, bombas, etc.)
=	=	=	
Tn	Tn/Hr	Productividad	<ul style="list-style-type: none"> • Espera Scoop (Rendimiento tn/hr) • Diseño de cámaras (tiempo maniobra) • Señalización de las cámaras de carguío • Refrigerios prolongados

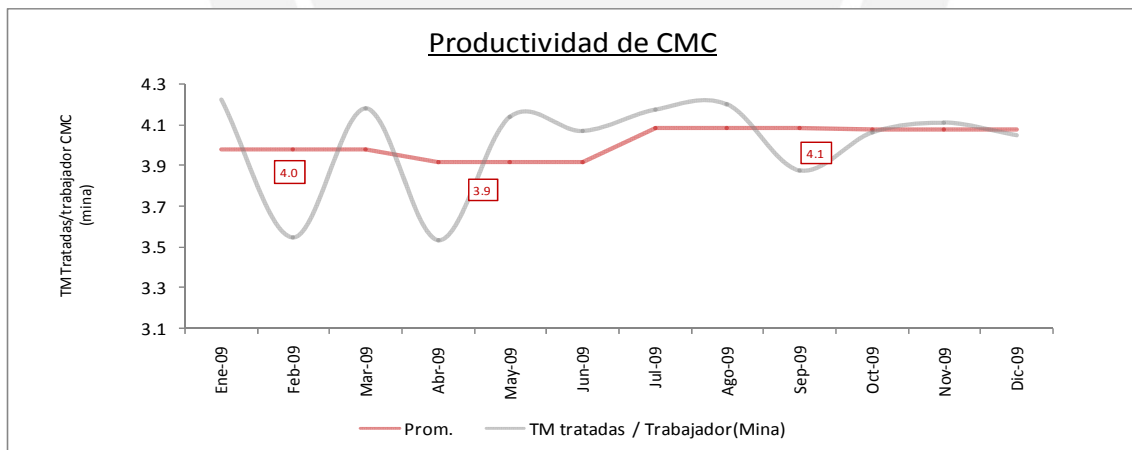
Podríamos nombrar algunos aspectos que afectan la productividad en minería:

- Que tengamos procesos de bajos costos para extraer minerales de baja ley en forma económica.
- El capital invertido en la operación o una mina que cuenta con equipos modernos con tecnologías de última generación tienen mayor productividad que una mina con tecnología vieja.
- Dureza del mineral, a mayor dureza del mineral va a requerir más molienda, por lo que la productividad se reduce.
- La disponibilidad de agua.
- Aspectos ambientales y de salud.
- La razón desmonte – mineral, a mayor razón de desmonte – mineral la productividad se reduce.



Del grafico; observamos como el año 2009 ah disminuido la relación desmorte mineral, incrementándose de esta manera la productividad.

- La distancia de transporte de desmorte y mineral, a mayor distancia de transporte se reduce la productividad.
- La productividad laboral, en el caso de la industria del cobre, se expresa como toneladas de cobre fino producido (producto) dividido por el número de trabajadores (requerimiento de recursos humanos) jornada completa equivalente necesarios para producir dicha tonelada.



Del grafico; la productividad laboral ah incrementado a lo largo del año 2009 (solo se consideran trabajadores de CMC).

5.2 Procedimiento del análisis:

Después de haber analizado nuestros procesos en el capítulo IV, observamos que los tiempos improductivos evitables son:

- ✓ Espera al volquete por parte del scoop.
- ✓ Cola de volquetes (espera scoop).
- ✓ Reparaciones Mecánicas.

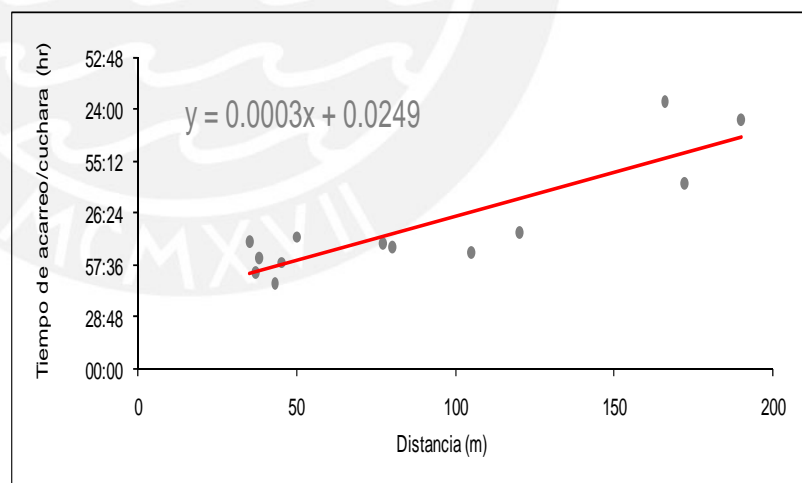
Una alternativa de solución sería una buena distribución de equipos, para lo cual planteamos una guía que pueda ser aplicada en cualquier mina subterránea:

5.2.1 Tiempos de Ciclo por Equipo:

A. Para el Acarreo: de la toma de tiempos del proceso de acarreo, y las distancias hacia las cámaras de carguío se cuenta con la siguiente tabla de información extraída de campo con su respectivo gráfico.

- Para el scoop de 6 Yd³:

Distancia m	Tiempo en Horas
35	10:13
37	52:57
38	01:09
43	46:51
45	58:32
50	12:56
77	09:17
80	07:20
105	04:19
120	15:46
166	28:42
172	43:04
190	18:30



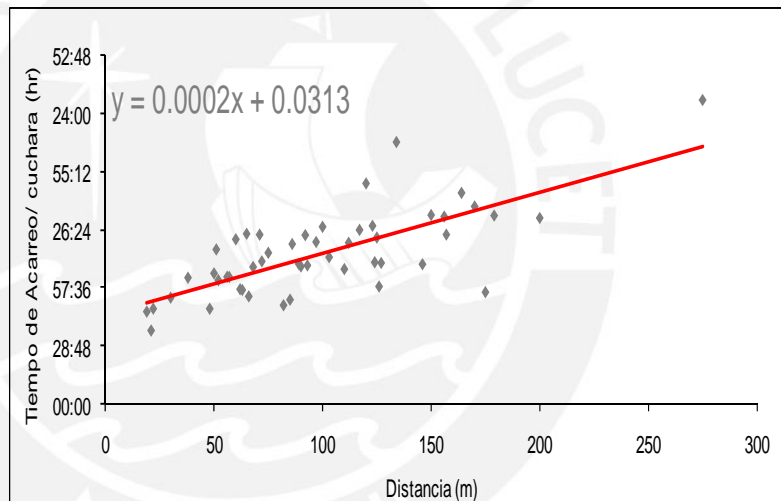
Se observa del gráfico, que a medida que aumenta la distancia de acarreo (labor a cámara de carguío), aumenta el tiempo de acarreo por cucharada, así como el tiempo de ciclo.

Con la ecuación extraída del grafico podemos hallar el tiempo del ciclo total de acarreo para las distancias a la cámara de carguío que para nuestro análisis serán fijas de 50,100, 150,200 metros. La toma de datos es pequeña en este caso, pues solo se contaba en el 2008 con 3 scoop con esta capacidad, a diferencia de tener 9 equipos con capacidad de 4 Yd³.

Distancia	tiempo/cuchara	Tiempo de ciclo
50	0.0399	0:09:35
100	0.0549	0:13:11
150	0.0699	0:16:47
200	0.0849	0:20:23
250	0.0999	0:23:59

- Para el scoop de 4 Yd³:

Distancia m	Tiempo en Horas
19	45:48
21	36:28
22	47:16
30	52:42
38	02:33
48	47:13
50	04:42
51	16:32
52	01:21
56	03:00
57	02:56
60	21:32
62	56:52
63	56:30
65	24:15
66	53:21
68	07:52
71	23:50
72	10:39
75	14:52
82	48:57
85	51:42
86	19:13
89	09:24
90	08:09
92	23:35
93	08:39
97	20:14
100	27:41
103	12:42
110	06:48
112	19:47
117	26:10
120	49:08
123	28:12
124	10:12
125	22:24
126	58:12
127	09:52
134	09:34
146	09:14
150	33:32
156	32:47
157	23:52
164	44:28
170	37:45
175	55:25
179	33:16
200	32:05
275	30:21



Distancia	Tiempo/cuchara	Tiempo ciclo
50	0.0413	0:14:52
100	0.0513	0:18:28
150	0.0613	0:22:04
200	0.0713	0:25:40
250	0.0813	0:29:16

B. Para el Transporte: de la toma de tiempos del proceso de transporte, y las distancias hacia las cámaras de carguío se cuenta con la siguiente tabla de información extraída de campo. (Ver ANEXO 18)

- Para Zona Baja: esta zona comprende los niveles referidos en la siguiente tabla; la cual nos muestra para cada nivel el ciclo que realiza el transporte del material de los diferentes niveles hacia las zonas de acumulación que corresponda.

NIVEL	CICLO TRANSPORTE
-20	00:52:00
-55	01:01:00
-95	01:03:00
-130	01:10:00
-175	01:18:00

- Para Zona Alta: esta zona comprende los niveles referidos en la siguiente tabla; la cual nos muestra para cada nivel el ciclo que realiza el transporte del material de los diferentes niveles hacia las zonas de acumulación que corresponda.

NIVEL	CICLO TRANSPORTE
125	00:43:00
90	00:41:00
55	00:49:00
20	00:51:00

5.2.2 Conceptos básicos a usar:

A. Factor de Acoplamiento: la cantidad de volquetes necesarios que deben ser asignados por cada unidad de carguío

$$FA = \frac{\# \text{ Volquetes} \times \text{Ciclo_carguío} \times 100\%}{\text{Ciclo_transporte}}$$

* Ciclo_carguío = $f(\text{distancia, scoop})$
* Ciclo_transporte = $f(\text{distancia})$

B. Rendimiento de Flota (RF): Es el tonelaje de los volquetes medidos en una hora.

$$RF = \frac{\# \text{ Volquetes} \times \text{Capacidad_volquete}}{\text{Ciclo_transporte}}$$

5.2.3 Procedimiento:

El objetivo a perseguir es minimizar el costo por unidad de peso y/o maximizar la producción por unidad de tiempo. Estos dos fines generalmente no son coincidentes como puede verse en la Fig. 11.

La Fig. 9 muestra que la eficiencia es función del grado de acoplamiento.

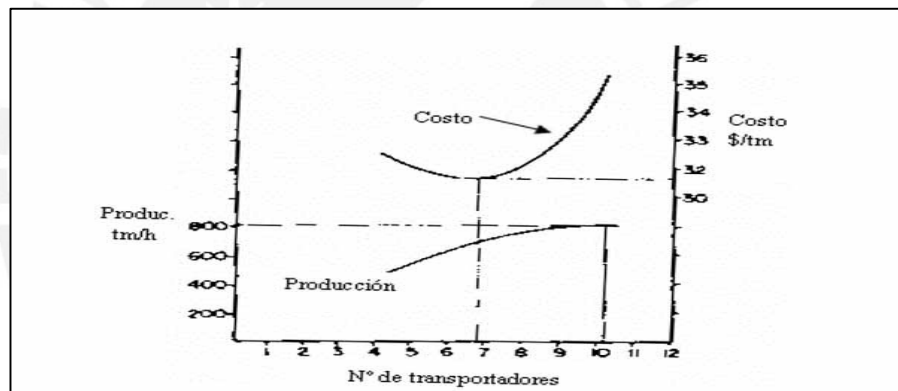


Fig. 11 Máxima Producción y Mínimo costo no coincidentes

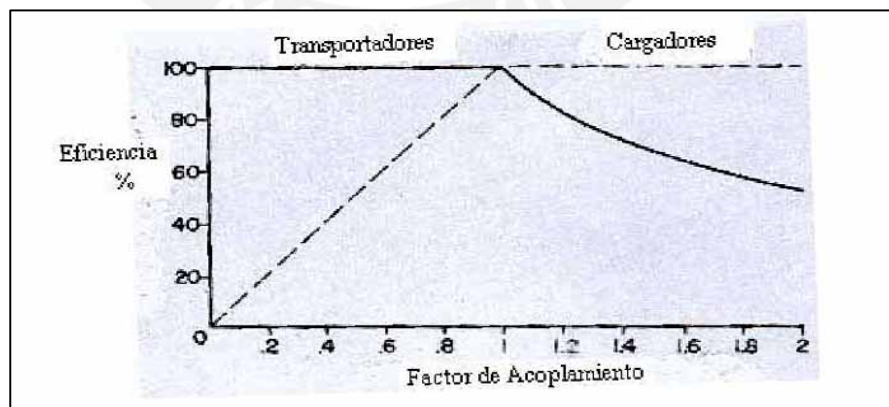


Fig. 12 Eficiencia vs Factor de Acoplamiento

Para nuestro caso, cuando: (Ver Fig. 13)

FA < 1 cuando hay exceso de scoop; la eficiencia del acarreo es 100%

FA > 1 cuando hay exceso de volquetes; la eficiencia del transporte es 100%

FA = 1 cuando el acoplamiento es perfecto.

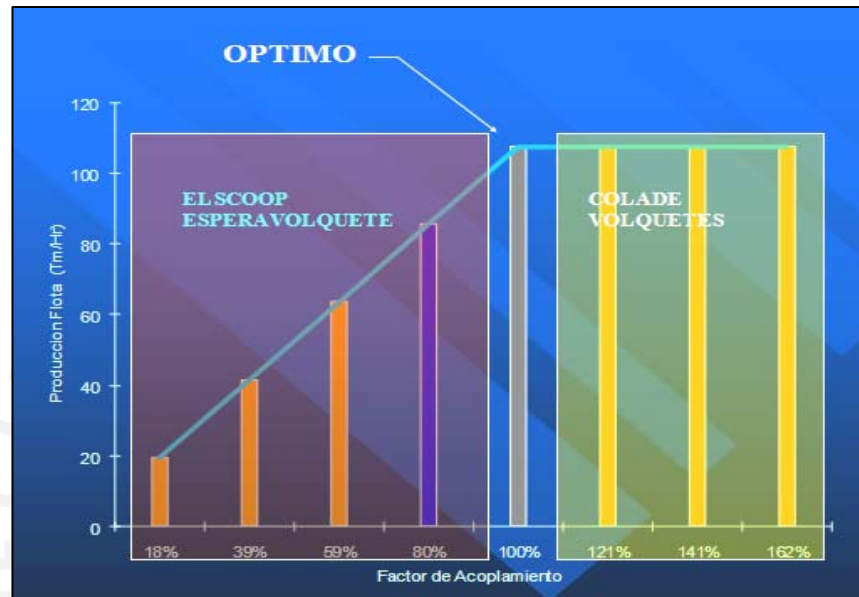


Fig. 13 Rendimiento de flota vs Factor de Acoplamiento

Hallaremos el factor de acoplamiento, así como el rendimiento de flota para cada nivel de la mina, las distancias que tomaremos para el análisis serán constantes según revisamos en el punto 5.2.1, ya que nuestra operación es subterránea y se cuenta con diferentes distancias de acarreo (de tajo a cámara de carguío).

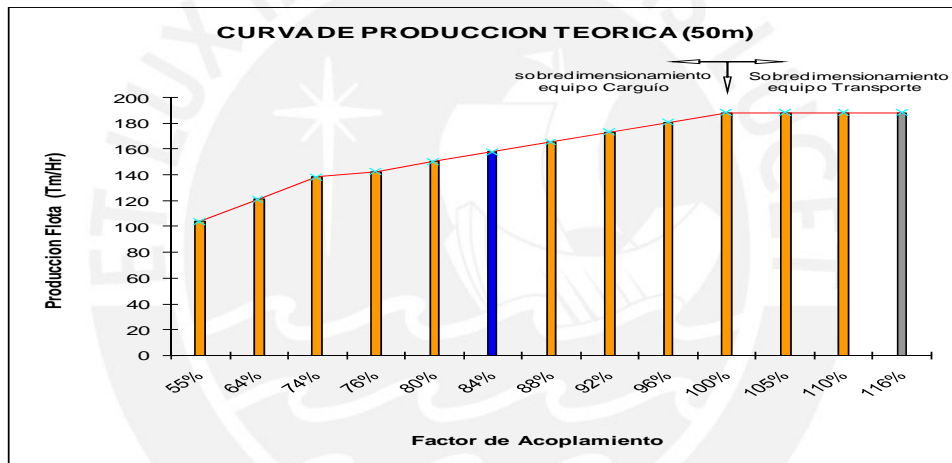
Como un ejemplo solo tomaremos un nivel ya que contamos con nueve niveles para cuatro diferentes distancias; este análisis es largo y se realiza lo mismo para cada nivel.

Para el Nivel -20:

- Factor de Acoplamiento y rendimiento de flota. (Ver ANEXO 22)

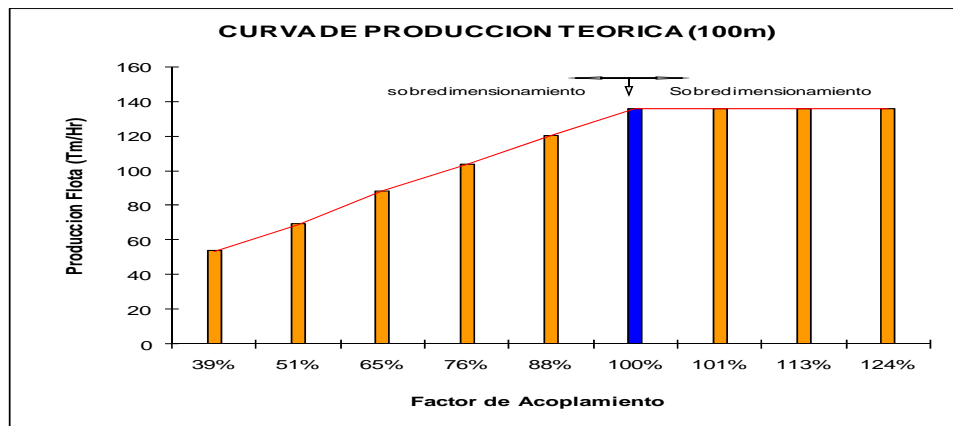
Observamos cuatro cuadros, porque como ya se explicó anteriormente se colocaron las distancias de 50, 100, 150 y 200 como fijas y se variaba como se puede observar la cantidad de equipos de transporte, para este ejemplo se está usando el equipo de 6yd³, las celdas de color amarillo significan que es ahí donde el Factor de Acoplamiento se hace 1, o lo que es lo mismo que se ha encontrado la flota óptima para ese nivel (-20), con el scoop de 6 Yd³ y a las distancias referidas.

- Graficas y análisis.



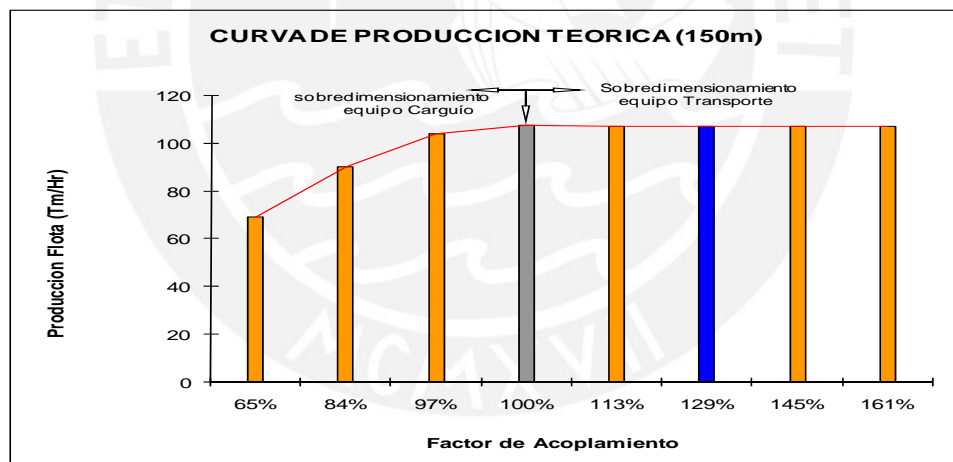
Distribución de Flota actual	4 Volquetes
Distribución de Flota Óptima	5 Volquetes
Distancia al frente de carguío	50 metros
Ciclo de Carguío scoop 6yd3	00:09:35 Hrs
Ciclo de Transporte Volquete	00:52:00 Hrs

Se puede apreciar que a la izquierda del F.A óptimo (100%), estamos sobredimensionando el equipo de carguío, ocasionando con esto que el scoop tenga tiempo de espera (Caso: Mina Raúl).



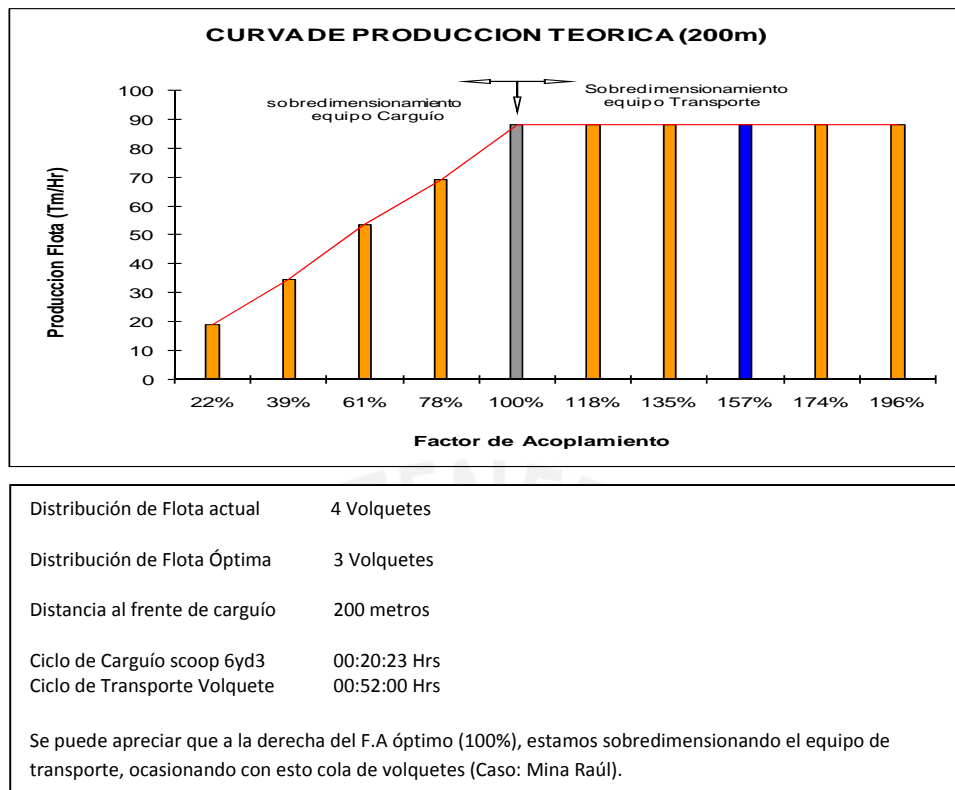
Distribución de Flota actual	4 Volquetes
Distribución de Flota Óptima	4 Volquetes
Distancia al frente de carguío	100 metros
Ciclo de Carguío scoop 6yd3	00:13:11 Hrs
Ciclo de Transporte Volquete	00:52:00 Hrs

Se puede apreciar que el F.A óptimo (100%), coincide con nuestro caso (mina Raúl), con lo cual el scoop no tendrá tiempo de espera ni habrán colas de volquete.



Distribución de Flota actual	4 Volquetes
Distribución de Flota Óptima	3 Volquetes
Distancia al frente de carguío	150 metros
Ciclo de Carguío scoop 6yd3	00:16:47 Hrs
Ciclo de Transporte Volquete	00:52:00 Hrs

Se puede apreciar que a la derecha del F.A óptimo (100%), estamos sobredimensionando el equipo de transporte, ocasionando con esto cola de volquetes (Caso: Mina Raúl).



Se puede observar en los gráficos previos, que se realizo una comparación de la distribución de flota actual (año 2008) versus la distribución de flota optima (donde el F.A es igual a 100%).

De la misma forma se observa en el recuadro que se le adjunta a los gráficos la cantidad de volquetes requeridos, la distancia de acarreo, los tiempos de ciclos y finalmente la conclusión de cada grafica.

Como resumen del procedimiento anterior, para toda la mina Raúl se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro Resumen: Distribución de Flota – Mina Raúl

Descripción	Distancia cámara de carguío	# Volquetes actual	# Volquetes Óptimo	Ciclo de Carguío	Ciclo Transporte	FA Actual	FA Óptimo	Rendimiento Flota Actual	Rendimiento Flota Óptima	Observación
Zona Alta - Scoop 6 yd3	50	3	5	0:09	0:50	57%	96%	108	180	Scoop espera al volquete
Zona Alta - Scoop 6 yd3	100	3	4	0:13	0:50	79%	105%	108	144	Scoop espera al volquete
Zona Alta - Scoop 6 yd3	150	3	3	0:16	0:50	101%	101%	108	108	Ok
Zona Alta - Scoop 6 yd3	200	3	2	0:20	0:50	122%	81%	72	72	Cola de volquetes
Zona Alta - Scoop 4 yd3	50	3	4	0:14	0:50	89%	119%	108	144	Scoop espera al volquete
Zona Alta - Scoop 4 yd3	100	3	3	0:18	0:50	111%	111%	108	108	Ok
Zona Alta - Scoop 4 yd3	150	3	2	0:22	0:50	132%	88%	72	72	Cola de volquetes
Zona Alta - Scoop 4 yd3	200	3	2	0:25	0:50	154%	103%	72	72	Cola de volquetes
Zona Baja - Scoop 6yd3	50	4	6	0:09	1:00	63%	95%	118	178	Scoop espera al volquete
Zona Baja -Scoop 6 yd3	100	4	5	0:13	1:00	87%	108%	118	148	Scoop espera al volquete
Zona Baja -Scoop 6 yd3	150	4	4	0:16	1:00	110%	110%	118	118	Ok
Zona Baja -Scoop 6 yd3	200	4	3	0:20	1:00	134%	101%	89	89	Cola de volquetes
Zona Baja - Scoop 4 yd3	50	4	4	0:14	1:00	98%	98%	118	118	Ok
Zona Baja -Scoop 4 yd3	100	4	3	0:18	1:00	122%	91%	89	89	Cola de volquetes
Zona Baja -Scoop 4 yd3	150	4	3	0:22	1:00	145%	109%	89	89	Cola de volquetes
Zona Baja -Scoop 4 yd3	200	4	2	0:25	1:00	169%	84%	59	59	Cola de volquetes

TESIS : “Gestión en las Operaciones de Transporte y Acarreo para el Incremento de la Productividad en Cía. Minera Condestable S.A”

POR: Zoila L. Baldeón Quispe

5.3 Caso Práctico:

Después del análisis previo es necesario realizar un análisis económico, para saber el impacto económico que podría traer esta nueva distribución de flota propuesta.

Es por esto que se realizó una simulación comparando la flota actual vs la flota óptima halladas en el punto 5.2., esta simulación nos dará como resultado final el impacto económico que se tendrá usando nuestra flota propuesta, esto como es ya visto siendo nuestra operación subterránea se realizara para un tajo en particular.

5.3.1 Recolección de información:

Nombre del Tajo	: Tajo 1838. (Ver Fig. 14)
Reservas (tajo 1838)	: 32,213 tm.
Ubicación	: Entre los niveles -55 y -95.
Cámara de Carguío	: Rp 79 distancia de carguío 50 m.

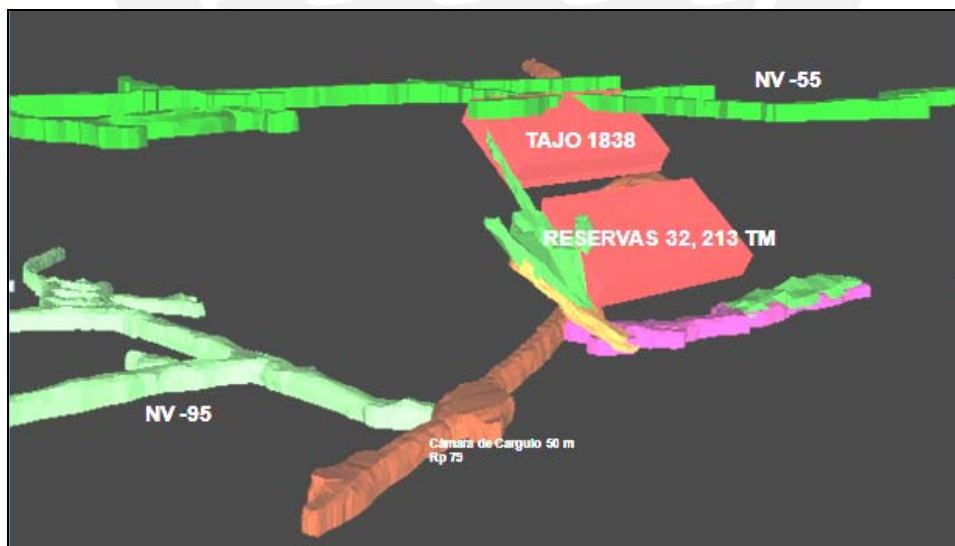


Fig. 14 Caso Practico – Tajo 1838 Mina Raúl

Costo Horario del Equipo (volquete) : 40\$/hr.

Extracción Mensual Mina : 6000 tm.

Costo Total Actual : 18.3 \$/tm.

Valor del Mineral : 56.4 \$/tm.

Tasa de descuento anual : 12%

Con esta información se construyó el siguiente cuadro en Excel, para poder hallar el impacto económico antes mencionado.

Para el Scoop de 6 Yd³:

	Actual	Optimo
Scoop	6 yd ³	6 yd ³
Nivel	-55	-55
Distancia del tajo a la cámara Carguío	50	50
# Volquetes	4	6
Costo Horario de Equipo carguío	40	40
Capacidad tolva del Volquete	30	30
Ciclo de Transporte Hr	01:01	01:01
Ciclo de Carguío por volquete	00:09	00:09
Rendimiento de flota	118	177
Horas de Equipo de carguío	50.8	50.8
Costo \$/Ton Equipo de carguío	0.34	0.23
Ahorro \$/Ton Carquío	0.11	

Scoop espera al volquete

Recursos/Reservas	32,213	TM
Extracción Mensual	6,000	TM/mes
Producción Optima Flota x mes	9,000	TM/mes

Costo Total actual	18.3	\$/TM
Costo Total Optima	18.2	\$/TM
Valor de Mineral	56.4	\$/TM
Margen Bruto Flota Actual	38.1	\$/TM
Margen Bruto Flota Optima	38.2	\$/TM

Tasa de Descuento Anual	12%
Tasa de Descuento Mensual	0.95%

Del cuadro en Excel; las celdas de color amarillo son los datos fijos extraídos directamente de la empresa, como podemos observar estos datos son los mismos también para la flota óptima, lo que cambiara y será hallado es la distribución de flota volquetes correspondiente a la capacidad (4 y 6 Yd³) del scoop elegido, la distancia de acarreo (50, 100, 150 y 200 metros), y finalmente el nivel en el que se encuentre el tajo, que para nuestro caso práctico es:

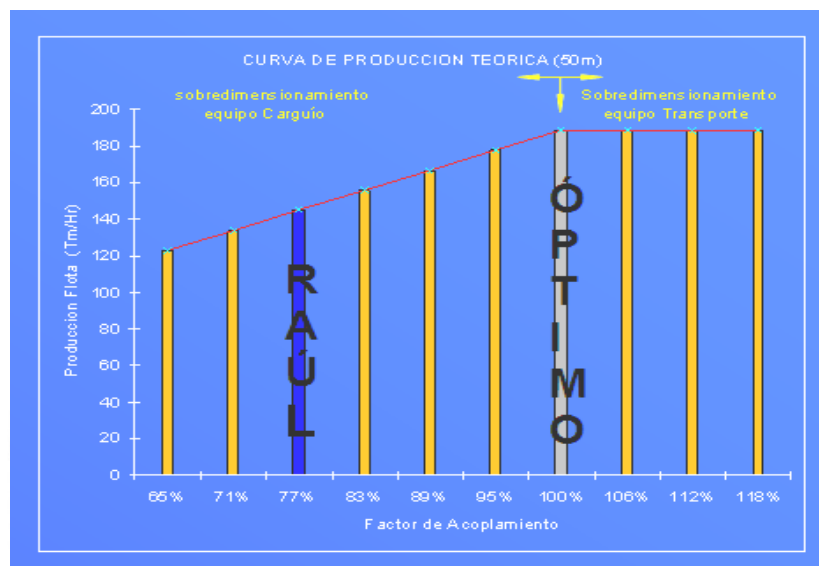


Fig. 15 Curva de Producción Teórica – Tajo 1838 Mina Raúl (scoop 6Yd³)

Distribución de Flota actual	4 Volquetes
Distribución de Flota Óptima	6 Volquetes
Distancia al frente de carguío	50 metros
Ciclo de Carguío scoop 6yd3	01:01:00 Hrs
Ciclo de Transporte Volquete	00:09:00 Hrs
Se puede apreciar que nos encontramos a la izquierda del F.A óptimo (100%), sobredimensionando de esta manera el equipo de carguío, ocasionando con esto que el scoop tenga tiempo de espera (Caso: Mina Raúl).	

Después de los cálculos, obtendremos el flujo económico; que para la flota actual (flota mina Raúl) es de 6 meses con un VAN de 1190,991 dólares, a diferencia de la flota optima en donde el flujo económico es de 4 meses con una VAN de 1203,991 dólares.

Se puede observar en el siguiente cuadro:

Flota Actual	Meses	6	1	2	3	4	5	6
	Prod Mensual Tajo	TM	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Flujo Actual	US\$	228,540	228,540	228,540	228,540	228,540	228,540	84,293
VAN \$USD		1,190,528						

Flota Optima	Meses	4	1	2	3	4
	Prod Mensual Tajo	TM	9,000	9,000	9,000	9,000
Flujo Optimo	US\$	343,830	343,830	343,830	343,830	199,154
VAN \$USD		1,203,991				

Como resumen según lo observado, con la flota actual de la mina estaríamos:

Estaremos Dejando de ganar	13,463	\$USD	En 6 Meses
Estaremos Dejando de ganar	2,244	\$USD	Mensual

❖ Como observación: Todo esto se cumple si la rotura siempre es mayor que la extracción

Para el Scoop de 4Yd³:

	Actual	Optimo
Scoop	4 yd ³	4 yd ³
Nivel	-55	-55
Distancia del tajo a la cámara Carguío	50	50
# Volquetes	4	4
Costo Horario de Equipo carguío	40	40
Capacidad tolva del Volquete	30	30
Ciclo de Transporte Hr	01:01	01:01
Ciclo de Carguío por volquete	00:14	00:14
Rendimiento de flota	118	118
Horas de Equipo de carguío	50.8	50.8
Costo \$/Ton Equipo de carguío	0.34	0.34
Ahorro \$/Ton Carguío	0.00	

Ok

Recursos/Reservas	32,213	TM
Extracción Mensual	6,000	TM/mes
Producción Optima Flota x mes	6,000	TM/mes

Costo Total actual	18.3	\$/TM
Costo Total Optima	18.3	\$/TM
Valor de Mineral	56.4	\$/TM
Margen Bruto Flota Actual	38.1	\$/TM
Margen Bruto Flota Optima	38.1	\$/TM

Tasa de Descuento Anual	12%
Tasa de Descuento Mensual	0.95%

Del cuadro en Excel; las celdas de color amarillo son los datos fijos extraídos directamente de la empresa, como podemos observar estos datos son los mismos también para la flota óptima, lo que cambiara y será hallado es la distribución de flota volquetes correspondiente a la capacidad (4 y 6 Yd³) del scoop elegido, la distancia de acarreo (50, 100, 150 y 200 metros), y finalmente el nivel en el que se encuentre el tajo, que para nuestro caso práctico es:

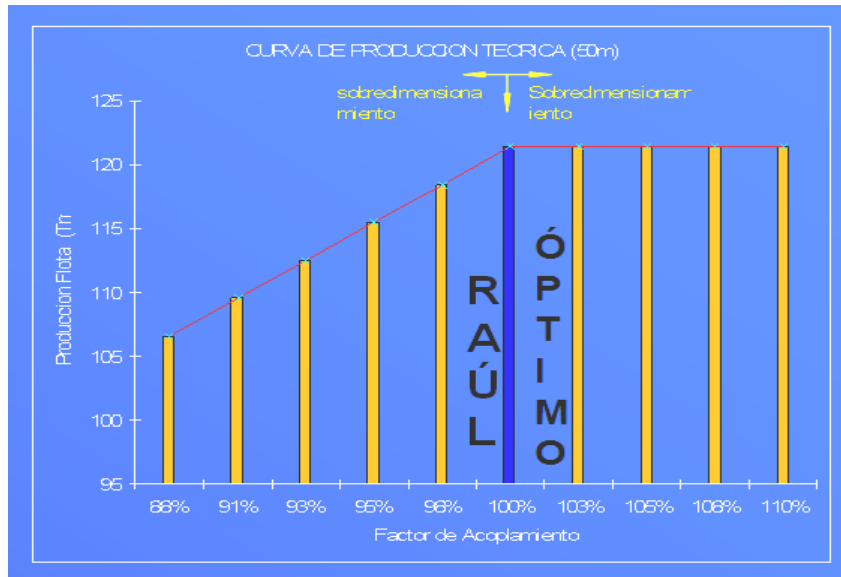


Fig. 16 Curva de Producción Teórica – Tajo 1838 Mina Raúl (Scoop 4 Yd³)

Distribución de Flota actual	4 Volquetes
Distribución de Flota Óptima	4 Volquetes
Distancia al frente de carguío	50 metros
Ciclo de Carguío scoop 6yd3	01:01:00 Hrs
Ciclo de Transporte Volquete	00:14:00 Hrs

Se puede apreciar que el F.A óptimo (100%), coincide con nuestro caso (mina Raúl), con lo cual el scoop no tendrá tiempo de espera ni habrán colas de volquete.

Después de los cálculos, obtendremos el flujo económico; que para la flota actual (flota mina Raúl) es de 6 meses con un VAN de 1190,528 dólares, al igual que la flota óptima.

Se puede observar en el siguiente cuadro:

Flota Actual	Meses	6	1	2	3	4	5	6
	Prod Mensual Tajo	TM	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Flujo Actual	US\$	228,540	228,540	228,540	228,540	228,540	228,540	84,293
VAN \$USD		1,190,528						

Flota Optima	Meses	6	1	2	3	4	5	6
	Prod Mensual Tajo	TM	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Flujo Optimo	US\$	228,540	228,540	228,540	228,540	228,540	228,540	84,293
VAN \$USD		1,190,528						

Como resumen según lo observado, con la flota actual de la mina estaríamos:

Estaremos Dejando de ganar	0	\$USD	En 6 Meses
Estaremos Dejando de ganar	0	\$USD	Mensual

❖ Como observación: Todo esto se cumple si la rotura siempre es mayor que la extracción.



CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- ✓ Conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo, así como en Compañía Minera Condestable, este método puede ser aplicado en otras empresas mineras con similares problemas.
- ✓ Carguío y acarreo constituyen los componentes más gravitantes en el costo de minado de una operación minera.
- ✓ “No se puede mejorar lo que no se puede medir”, la mejor herramienta para la gestión de la operación es el conocimiento de lo que sucede en el campo de una manera precisa y oportuna para tomar acciones correctivas.
- ✓ Los estándares, y los KPI son piezas claves para poder realizar una gestión minera apropiada.
- ✓ Es importante contar con un departamento de productividad, para la mejora de los procesos y procedimientos establecidos; de lo contrario, la operación se hará rutinaria disminuyendo de esta manera su valor a través del tiempo.

7.2 Recomendaciones

No necesariamente el que nuestros resultados hayan sido buenos, y que en estos dos últimos años se haya progresado de forma considerable en cuanto a, los controles, índices, procesos, procedimientos se debe tener una postura conformista, muy por el contrario; no se debe de bajar la guardia y proseguir con la mejora continua, basándonos en programas y evaluaciones constantes mediante la retroalimentación, teniendo como experiencia previa estos dos últimos años.

7.3 Bibliografía

- A. Sturgal John R. 2000. "Optimización y simulación de operaciones mineras" UNI, 2000-II. Ciclo de Charlas de Planeamiento Minero.

- B. Martinez Vidal, Carlos A. 1999. "Gestión de tecnología para la innovación y el mejoramiento de calidad y competitividad en la industria". Curso taller del Programa Interamericano de Gestión Tecnológica.

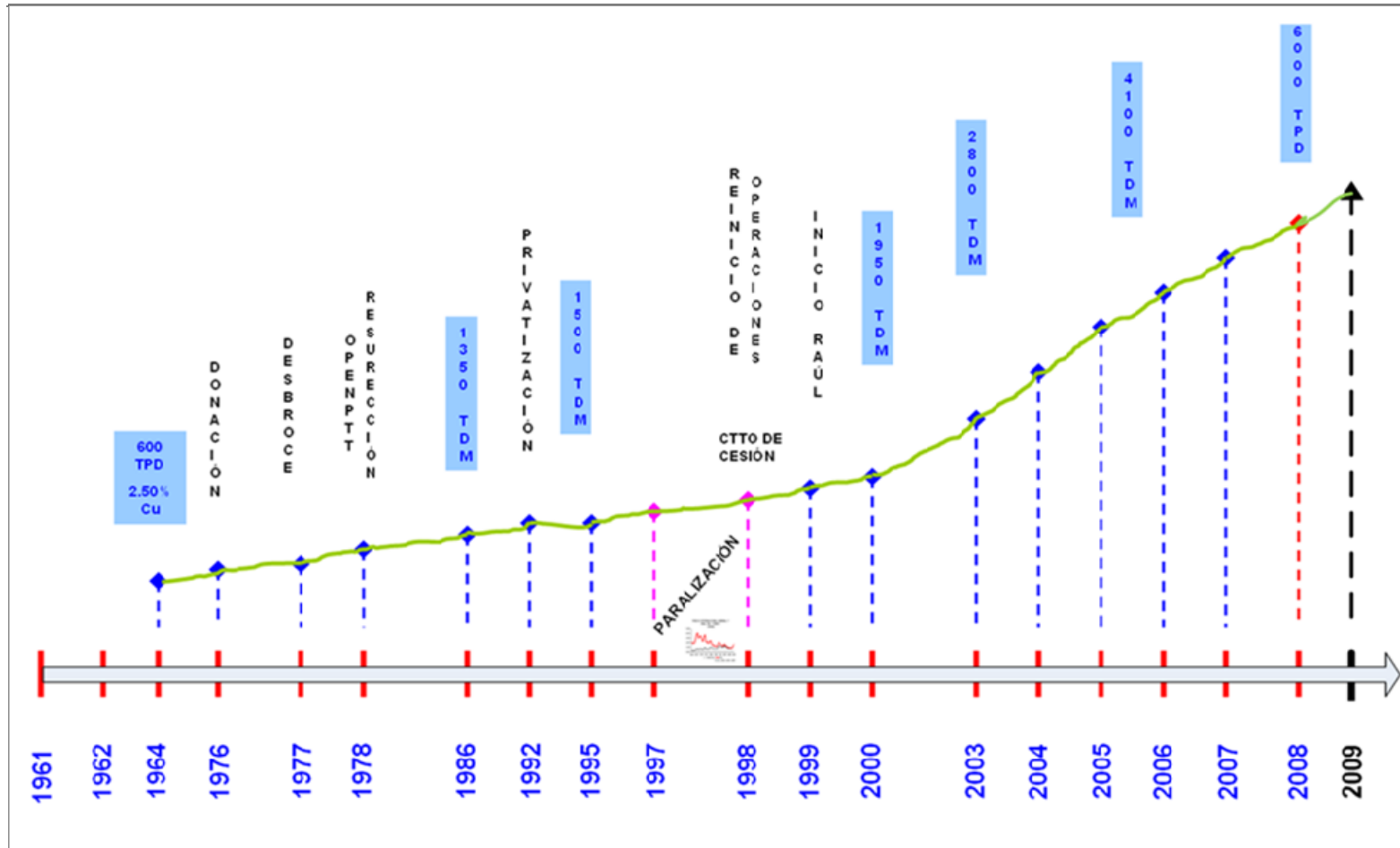
- C. Mercado Ramirez, 1998. "Productividad Base de la Competitividad".

- D. García Cantú, 1995. "Productividad y Reducción de Costos".

- E. John M. Ivancevich. 1996. "Gestión Calidad y Competitividad". Primera edición en español

ANEXO 01:

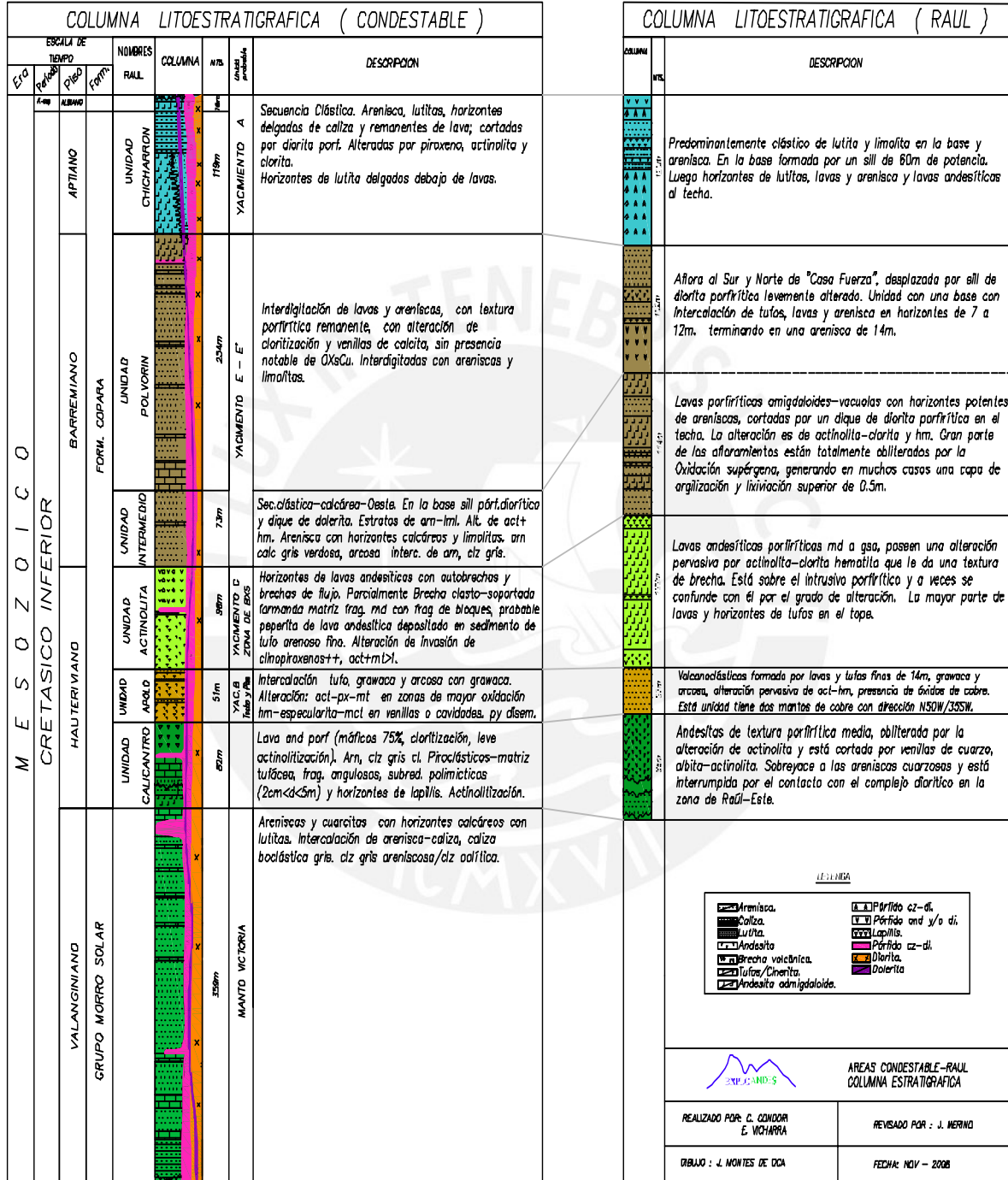
Evolución del Tratamiento Mineral por Día



Fuente: Compañía Minera Condestable

ANEXO 02:

Rasgos Litoestratigráficos



Fuente: Compañía Minera Condestable

ANEXO 03:

Métodos de Explotación



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 04:

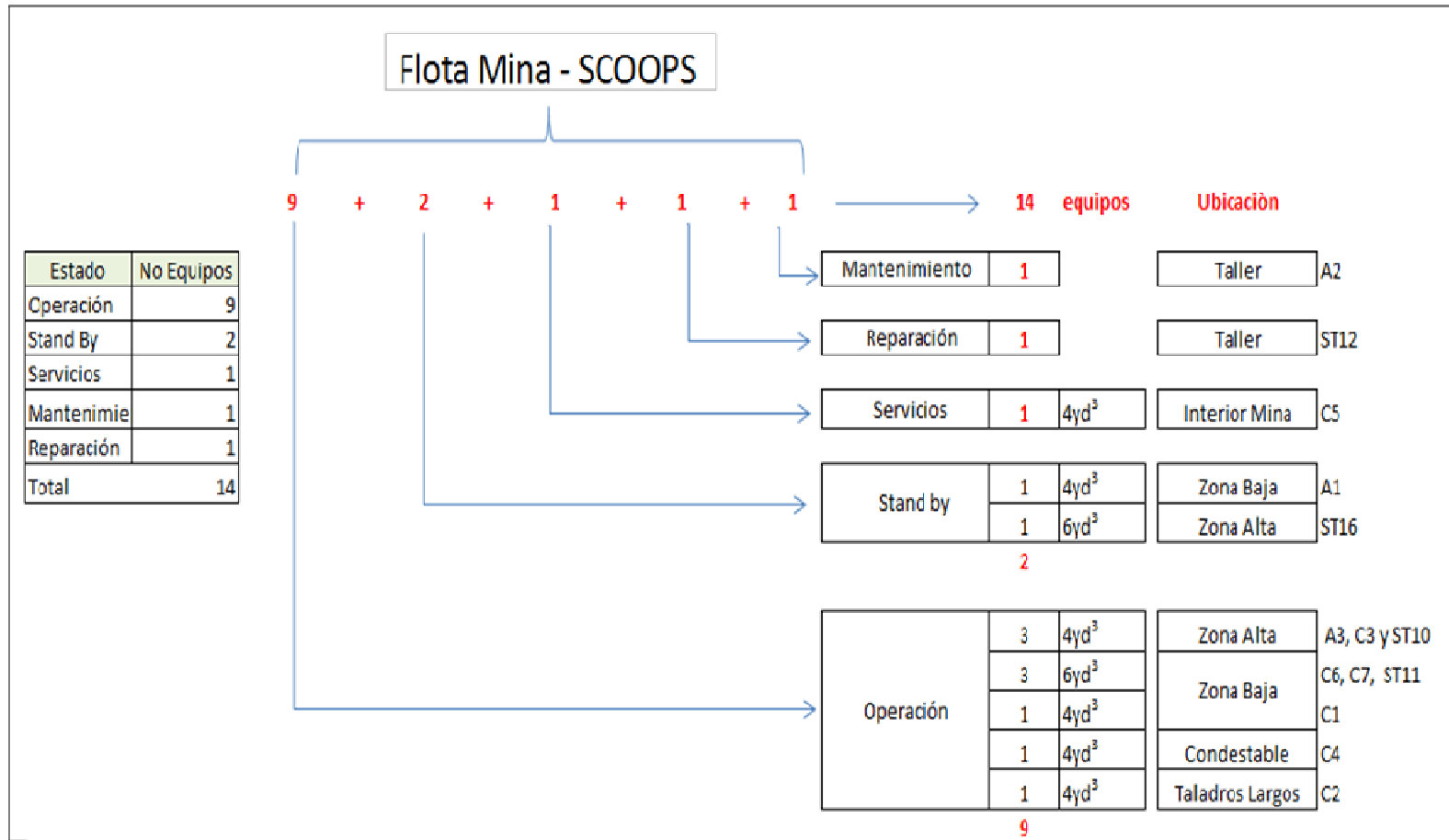
Lista de Equipos Mina

LISTADO DE EQUIPOS MINA						
EQUIPO	COD	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD	POTENCIA
DIAMEC	282	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG 200727704-1		1460 RPM @ 45 KW - 440V
DIAMEC	U8 A	ATLAS COPCO	DIAMEC U8	CRG 1066140061		1460 RPM @ 88 KW - 440V
DIAMEC	U8 B	ATLAS COPCO	DIAMEC U8	CRG 106610006-1		1460 RPM @ 88 KW - 440V
DIAMEC	282 B	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG-102976802-1		1460 RPM @ 16KW - 440V
DIAMEC	282 C	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG-109686803-1		1460 RPM @ 16KW - 440V
DIAMEC	282 D	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG-109878804-1		1460 RPM @ 16KW - 440V
DIAMEC	282 E	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG-108910907-1		1460 RPM @ 16KW - 440V
DIAMEC	282 F	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG-100804207-1		1400 RPM @ 10KW - 440V
DIAMEC	282 G	ATLAS COPCO	DIAMEC 282	CRG-100804807-1		1400 RPM @ 10KW - 440V
JUMBO	J-1	ATLAS COPCO	SIMBA BOOMER 281	AVO98A148		66 KW
JUMBO	J-2	ATLAS COPCO	ROCKET BOOMER 281	AVO03A106		76 KW
JUMBO	J-3	ATLAS COPCO	ROCKET BOOMER 281	AVO 07A171		76 KW
JUMBO	J-4	ATLAS COPCO	ROCKET BOOMER 281	AVO 07A240		76 KW
JUMBO	J-5	ATLAS COPCO	S1D	AVO08A422		66 KW
SCOOPTRAM	ST-6	ATLAS COPCO	WAGNER ST 710	DLO7PO246	4.2 Yd3 / 6600 Kg	167 KW @ 2200 RPM
SCOOPTRAM	10	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	LLJB01148	4.1 Yd3 / 8700 Kg	2100 RPM @ 166HP (129KW)
SCOOPTRAM	11	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	9PP00128	6.9 Yd3 / 10 200 Kg	2100 RPM @ 270 HP (210 KW)
SCOOPTRAM	12	ATLAS COPCO	WAGNER ST 1020	AVO06X006 / 8997064400	6.6 Yd3 / 10 000 Kg	2000 RPM @ 186 KW 260HP
SCOOPTRAM	10	CATERPILLAR	WAGNER ST 1080	AVO07X296 / 8997110900	6.6 Yd3 / 10 000 Kg	2000 RPM @ 180 KW 260HP
SCOOPTRAM	A-1	ATLAS COPCO	WAGNER ST 710	AV007X283	4.2 YD3 / 6600 Kg	167 KW @ 2200 RPM
SCOOPTRAM	A-2	ATLAS COPCO	WAGNER ST 710	AV007X294	4.2 YD3 / 6600 Kg	167 KW @ 2200 RPM
SCOOPTRAM	A-3	ATLAS COPCO	WAGNER ST 710	AV007X497	4.2 YD3 / 6600 Kg	167 KW @ 2200 RPM
SCOOPTRAM	C-1	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	LJB01262	4.1 YD3 / 8700 Kg	2100 RPM @ 166HP (129KW)
SCOOPTRAM	C-2	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	LJB01263	4.1 YD3 / 8700 Kg	2100 RPM @ 166HP (129KW)
SCOOPTRAM	C-3	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	LJB01267	4.1 YD3 / 8700 Kg	2100 RPM @ 166HP (129KW)
SCOOPTRAM	C-4	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	LJB01267	4.1 YD3 / 8700 Kg	2100 RPM @ 166HP (129KW)
SCOOPTRAM	C-5	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G	LJB01270	4.1 YD3 / 8700 Kg	2100 RPM @ 166HP (129KW)
SCOOPTRAM	C-6	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G		6.9 Yd3 / 10 200 Kg	2100 RPM @ 270 HP (210 KW)
SCOOPTRAM	C-7	CATERPILLAR	ELPHINSTONE R1800G		6.9 Yd3 / 10 200 Kg	2100 RPM @ 270 HP (210 KW)

Fuente: Compañía Minera Condestable

ANEXO 05:

Distribución de Equipos Mina

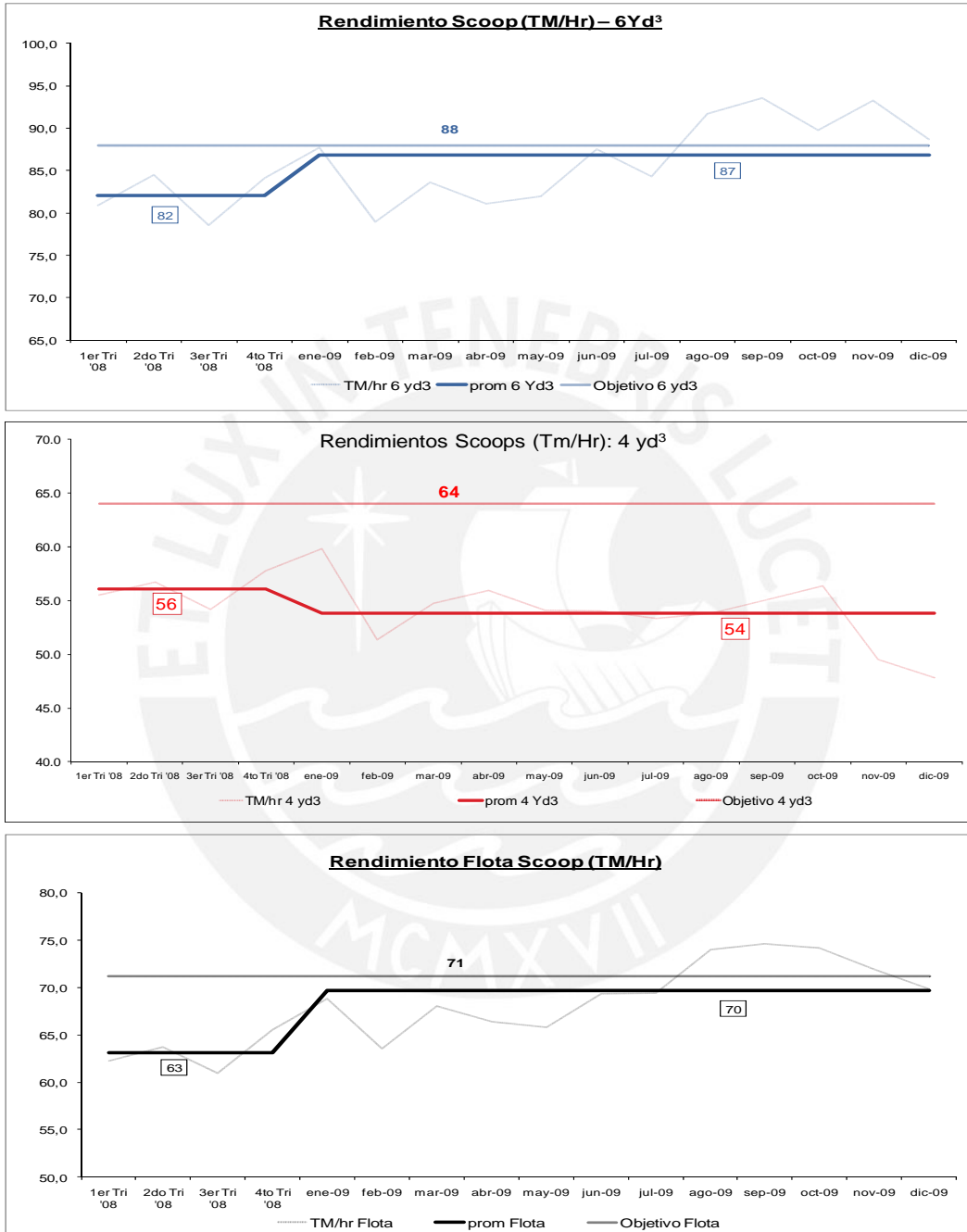


Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 06:

Rendimiento Scoops 2008-2009

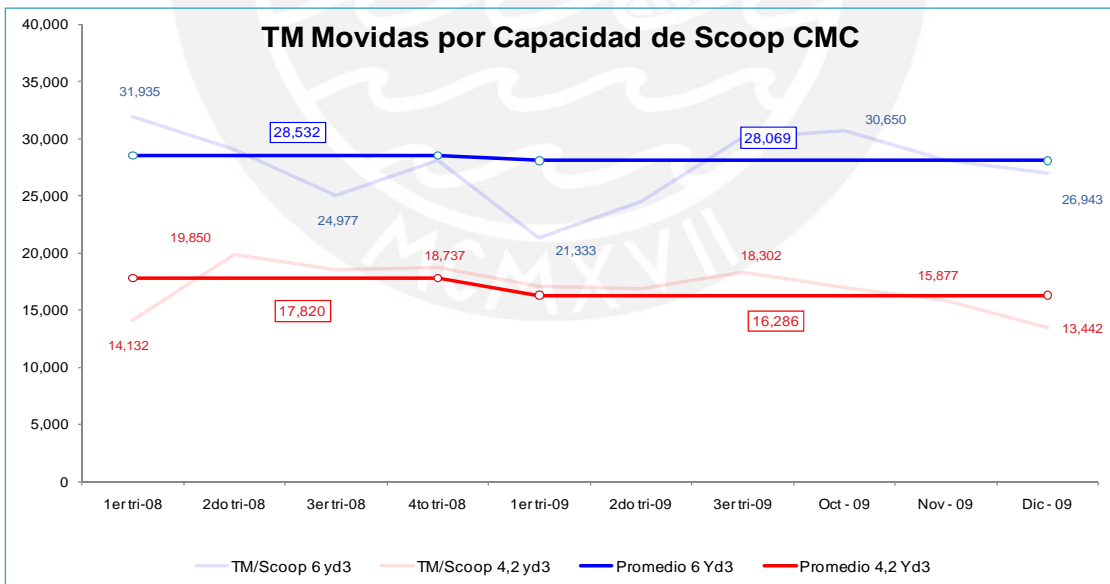
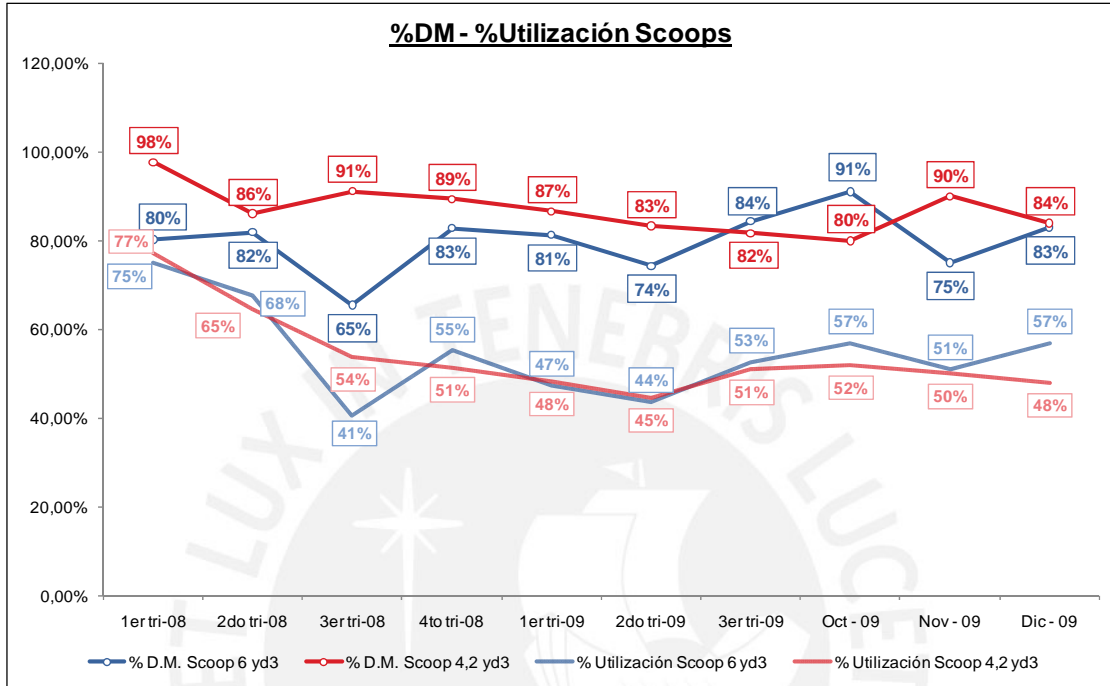


Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 07:

Disponibilidad Mecánica y Utilización Efectiva Scoops 2008 - 2009

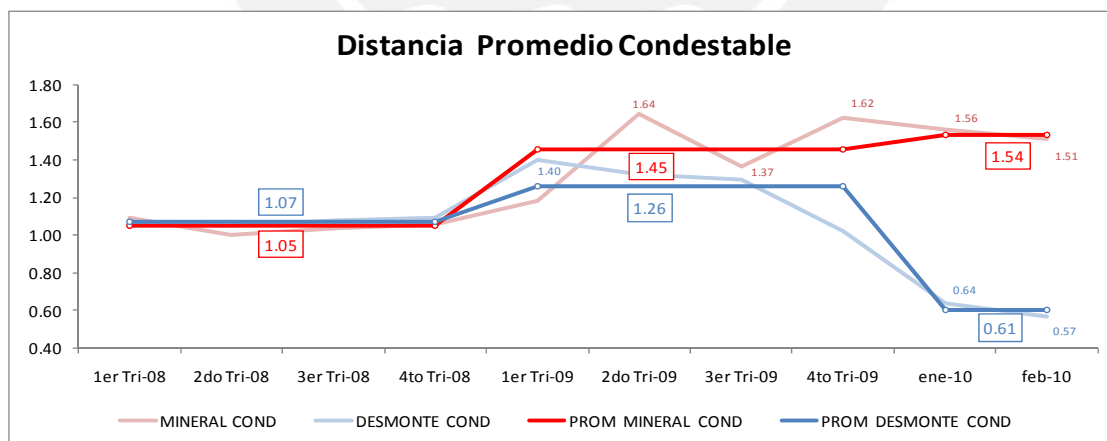
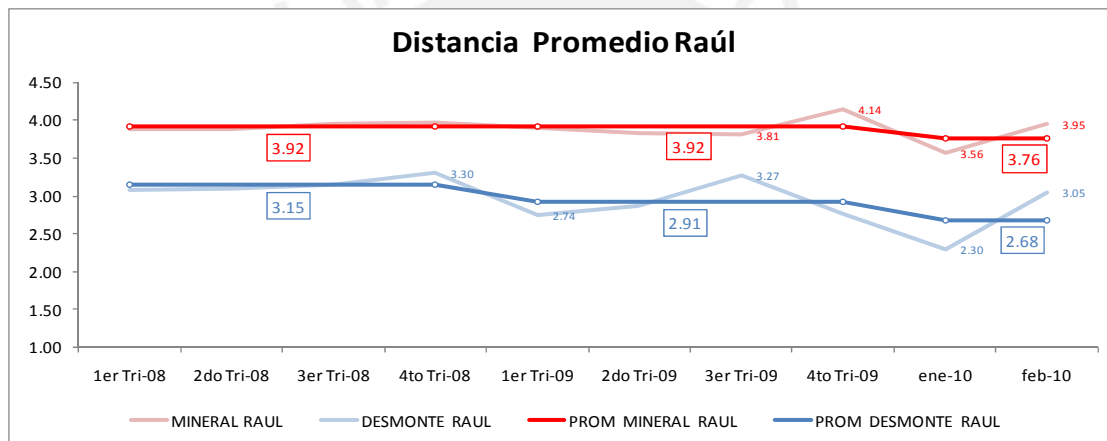
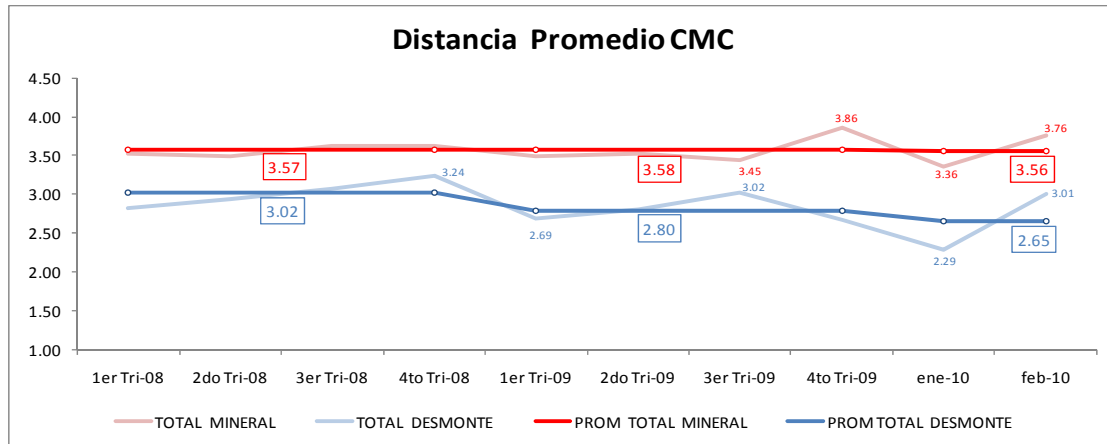


Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 08:

Distancias Transporte de Material a Zonas de Acumulación



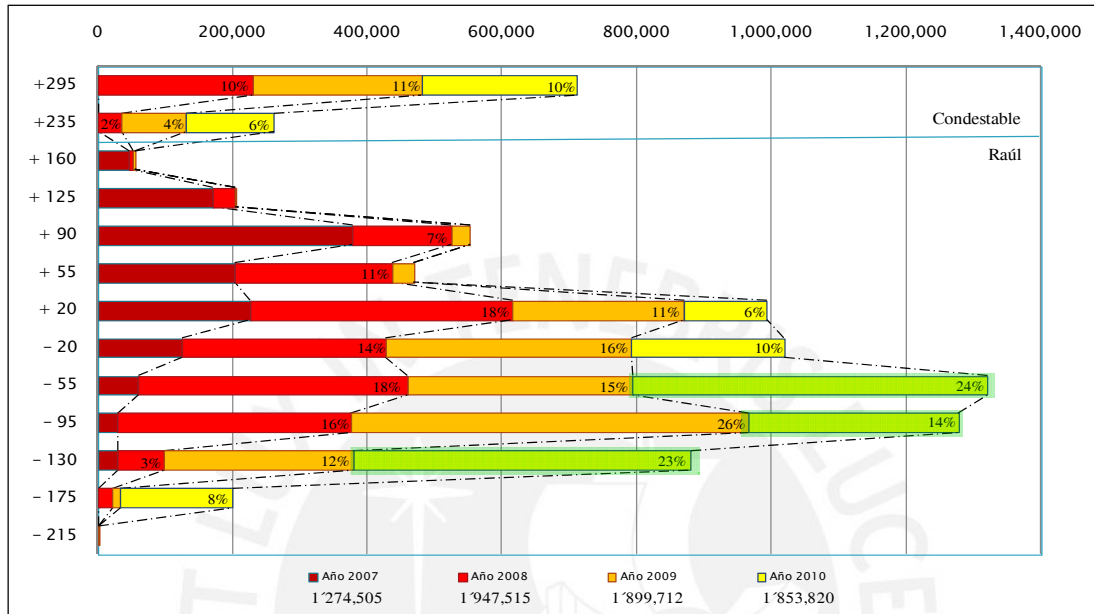
Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

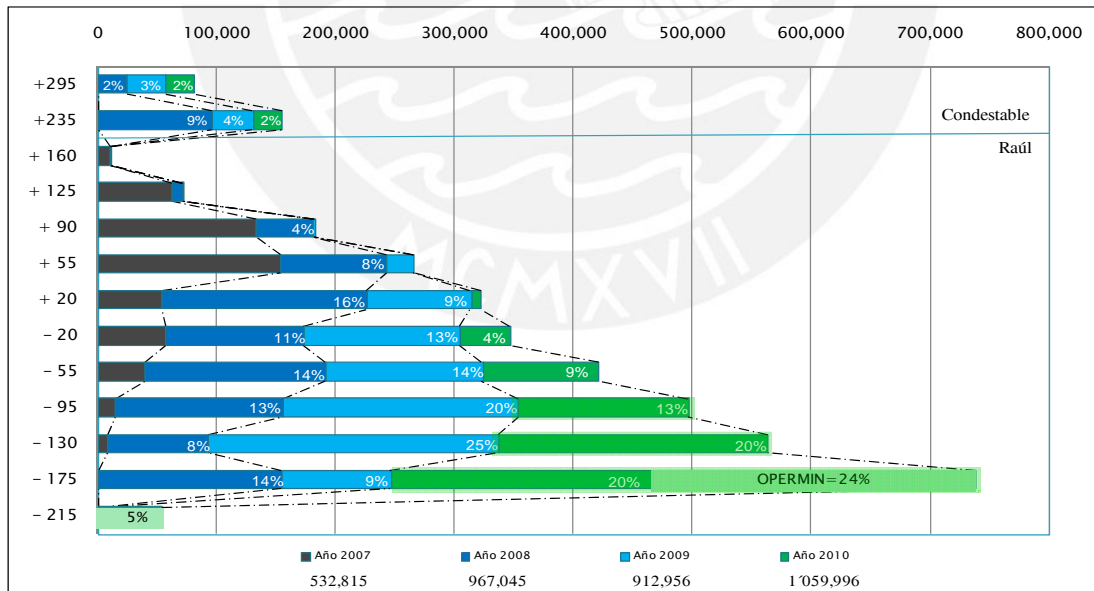
ANEXO 09:

Extracción Mineral y Desmonte 2007 – proyectado 2010

Extracción Mineral



Extracción Desmonte

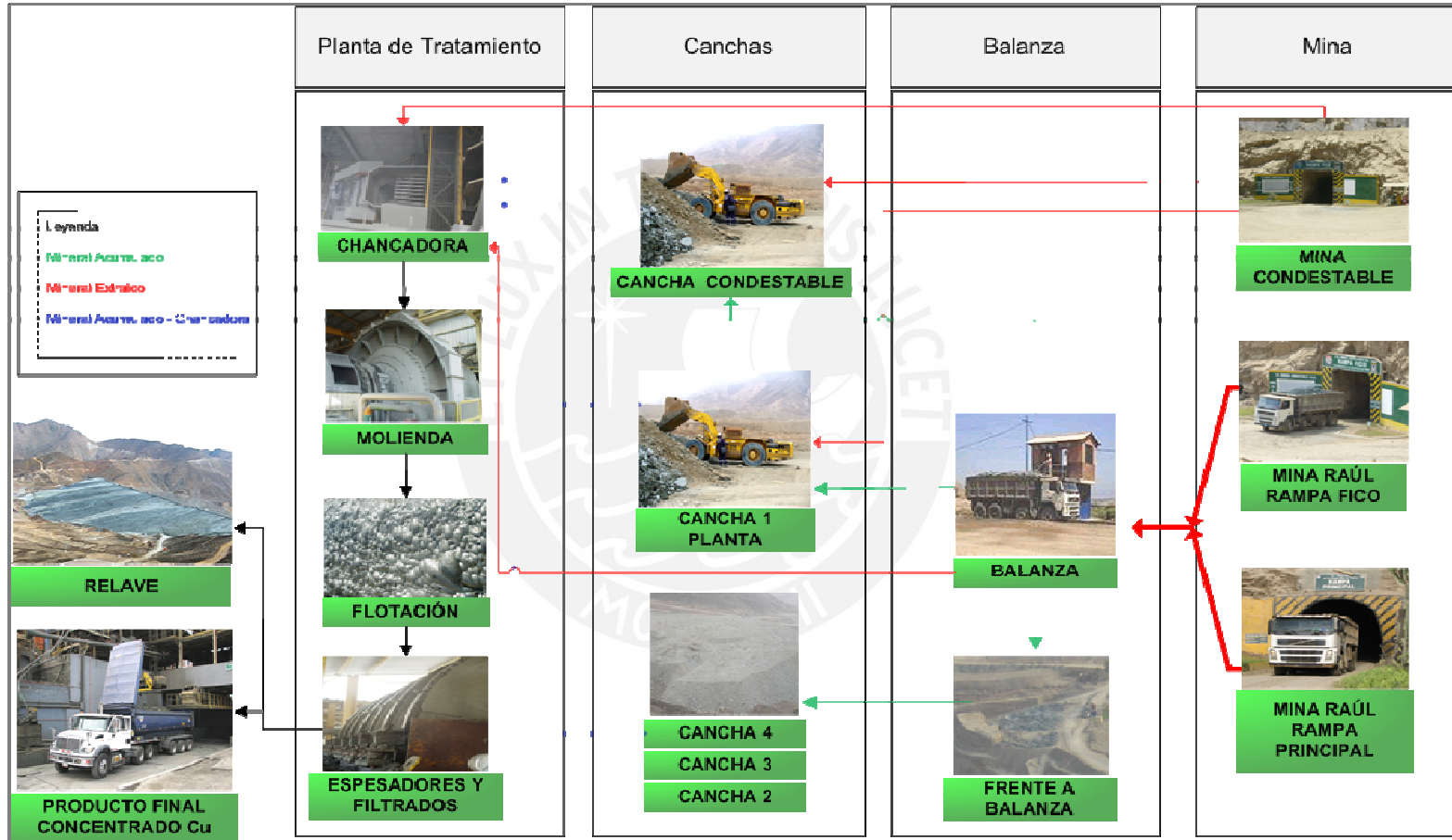


Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 10:

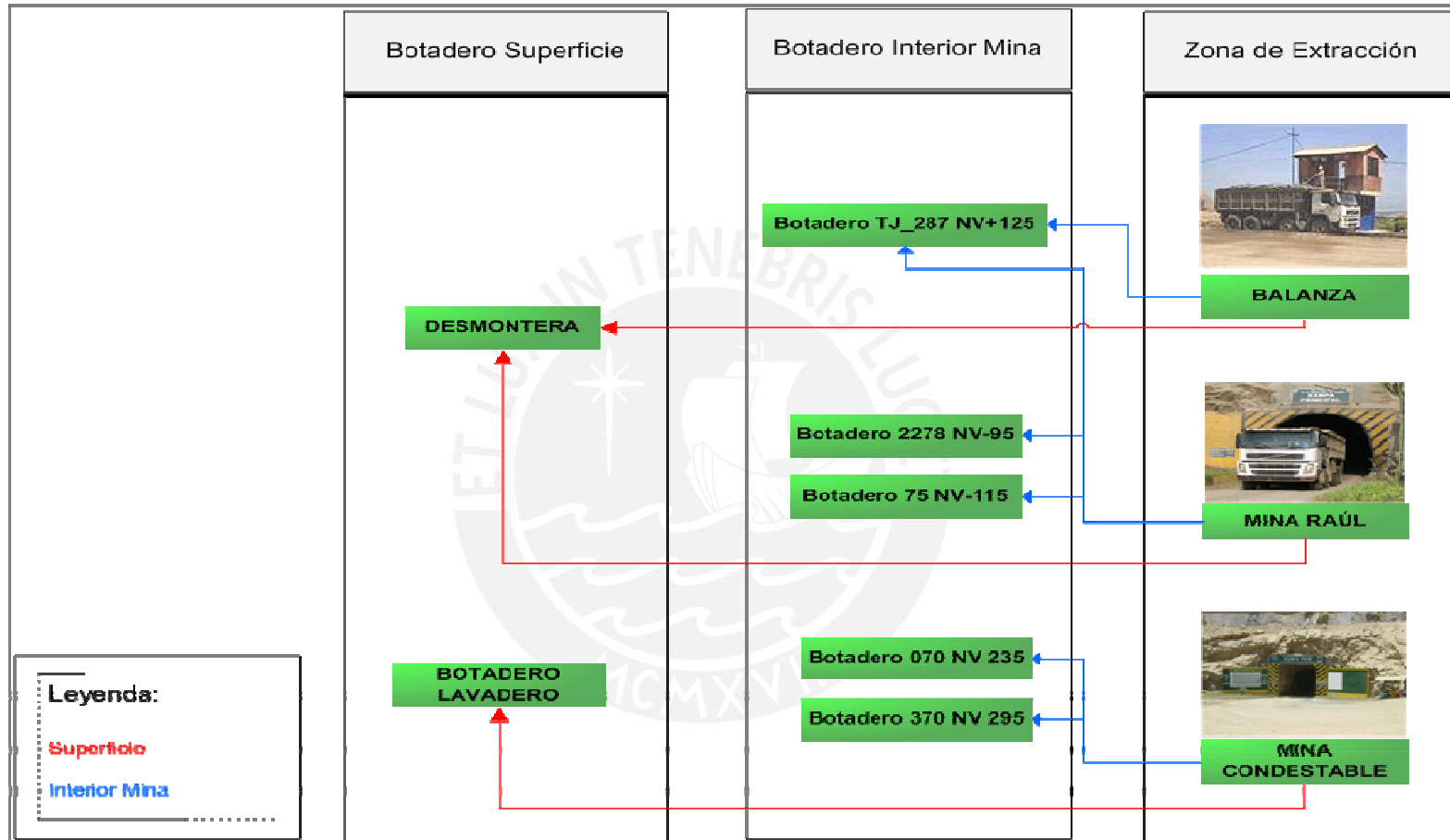
Diseño Extracción Mineral



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

Diseño Extracción Desmante



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 11:

Plan de Reduccion de Costos: Ahorro por Rendimientos de Scoop

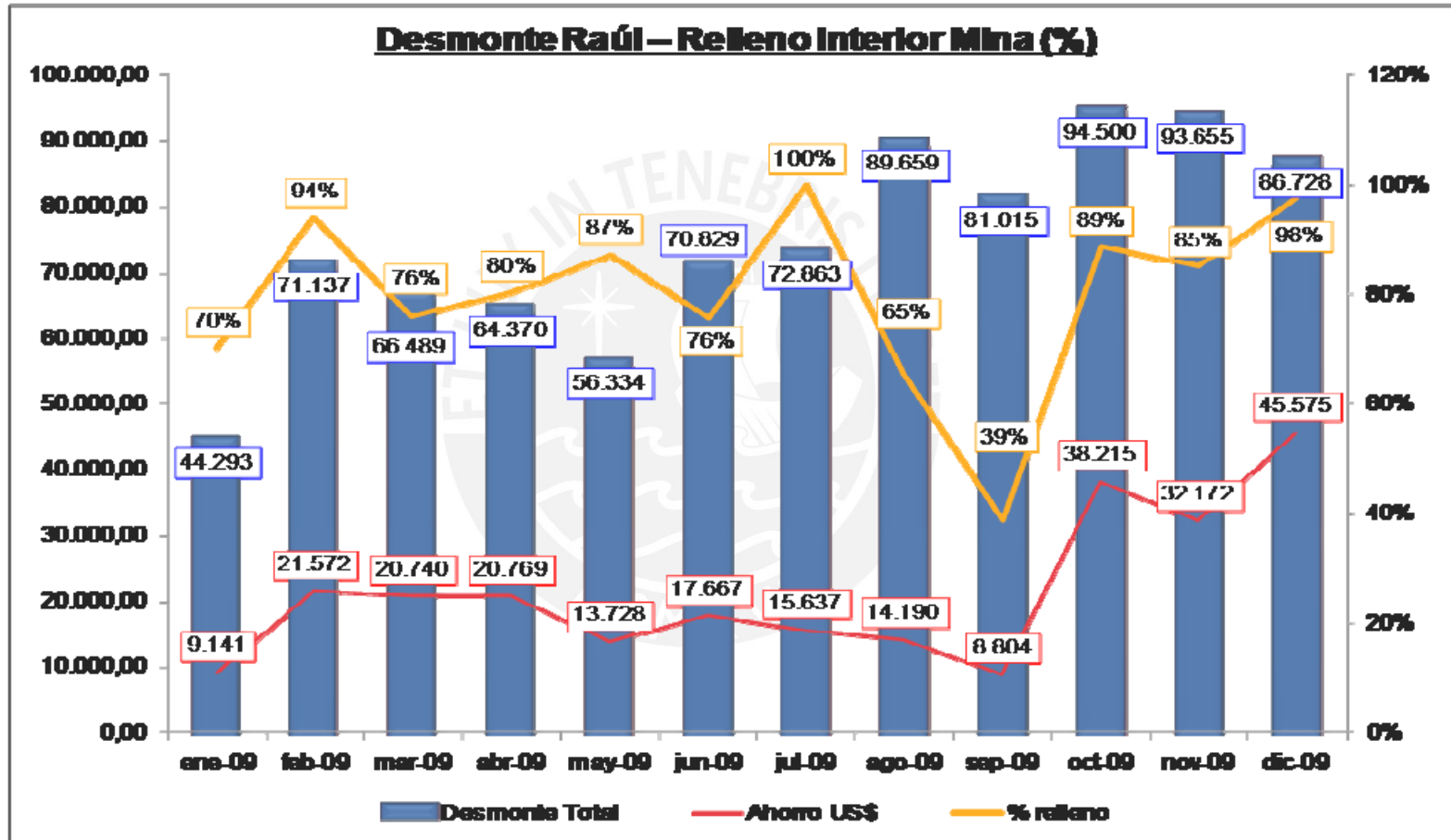
Scoop		4yd ³	6yd ³				
Costo Scoop	\$/Hr	45	60				
Tm extraídas mes	Tm	187,000	66,000				
Rendimiento por guardia (octubre)	Tm/Gdia	445	600				
Optimización de Rendimiento Scoop 4yd3		Prom Set - Oct	Escenario1	Escenario2	Escenario3	Escenario4	
Rendimiento Scoop	Tm/Hr	56	60	64	69	75	
Horas Horómetro mes	Hr	3,339	3,117	2,922	2,710	2,493	
Hr / Gdia promedio	Hr/Gdia	7.95	7.42	6.96	6.45	5.94	
Optimización de Rendimiento Scoop 6yd3		Prom Set - Oct	Escenario1	Escenario2	Escenario3	Escenario4	
Rendimiento Scoop (Tm/Hr)	Tm/Hr	77	82	88	95	103	
Horas Horómetro mes	Hr	857	805	750	695	641	
Hr / Gdia promedio	Hr/Gdia	7.79	7.32	6.82	6.32	5.83	
Equipo	Rend actual Ton / Hr	Objetivo Ton / Hr	Ahorro gdia Horas	Ahorro Mensual US\$	Ahorro Anual US\$	Flota Scoops Actual Unid.	Flota Scoops Optima Unid.
Scoop 4 yd³							
Escenario 1	56	60	0.5	9,450	113,400	7	7
Escenario 2	56	64	1.0	18,900	226,800	7	6
Escenario 3	56	69	1.5	28,350	340,200	7	6
Escenario 4	56	75	2.0	37,800	453,600	7	5
Scoop 6 yd³							
Escenario 1	77	82	0.5	5,131	61,577	3	3
Escenario 2	77	88	1.0	10,519	126,234	3	3
Escenario 3	77	95	1.5	15,945	191,344	3	3
Escenario 4	77	103	2.0	21,243	254,919	3	3
Ahorro Soop Total							
Escenario	Reducción Horas	Ahorro Mensual US\$	Ahorro Anual US\$				
Escenario 1	0.5 Hrs/gdia	14,581	174,977				
Escenario 2	1 Hrs/gdia	29,419	353,034	Escenario objetivo			
Escenario 3	1.5 Hrs/gdia	44,295	531,544				
Escenario 4	2 Hrs/gdia	59,043	708,519				
Resumen							
Se considera el escenario dos(2) para el plan de reduccion de costos							
Los costos de Horario de los scoops son aprox sin depreciacion ni costo financiero							
Nuestro objetivo es							
scoop 4yd3		64 Ton / Hr					
scoop 6yd3		88 Ton / Hr					
La flota Optima sería 6 Scoops de 4 yd3 y 3 scoops de 6yd3							
El ahorro sería de 353,034 US\$ al año							

Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 12:

Plan de Reduccion de Costos: Ahorro por Desmontera Interior Mina



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 13:

Metas Físicas 2010 – Area Planeamiento

Tonelaje en Balanza

ORIGEN	DESTINO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	
Frente balanza	Cancha 4	1,037	904	2,605	2,347	181	2,969	4,671	4,977	705	4,485	
	Chancado	18,477	10,550	7,792	10,796	13,412	14,544	9,899	12,549	18,834	16,817	PROMEDIO
		19,514	11,454	10,396	13,143	13,593	17,513	14,570	17,526	19,539	21,302	15,855

Tonelaje Explotación

Nivel	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
+20	15,500	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	6,000	
-20	1,500												
-55													
-95	27,500	26,000	15,000	8,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	9,000	
-130	27,000	40,000	28,500	10,000	4,000								
-175	11,500	10,500	9,000	11,000	16,000	20,000	14,000	13,000	10,000	8,000			
Alta	38,300	35,788	59,300	77,840	70,908	56,340	54,908	43,908	40,140	48,000	95,840	101,500	
Baja	13,000	7,000	12,500	15,500	32,500	41,000	54,500	66,500	67,000	68,500	13,500	17,500	
Recup													
<< a 5000tn	11,233		11,233	8,111	7,125	8,111	7,125	7,125	8,311	6,033	16,111	11,530	PROMEDIO
Total	145,533	129,288	145,533	140,451	145,533	140,451	145,533	145,533	140,451	145,533	140,451	145,530	142,485

Metros Avance

CMC AVANCE (M)												
NIVEL	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
+20	195	20	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0
-95	70	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-130	320	180	80	30	0	0	0	0	0	0	0	0
-175	300	340	170	150	50	50	0	0	0	0	0	0
Alta	160	400	450	500	440	450	450	450	450	450	490	490
Baja	645	700	990	1,010	1,200	1,190	1,240	1,240	1,200	1,200	1,200	1,200
Exploraciones	602	602	602	602	602	602	602	602	602	602	602	602
TOTAL	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292	2,292

Tonelaje de Avances

CMC AVANCE (TM)												
Nivel	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
+20	6,249	641	0	0	0	0	0	0	1,282	1,282	0	0
-95	2,243	1,602	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-130	10,255	5,769	2,564	961	0	0	0	0	0	0	0	0
-175	9,614	10,896	5,448	4,807	1,602	1,602	0	0	0	0	0	0
Alta	5,128	12,819	14,421	16,024	14,101	14,421	14,421	14,421	14,421	14,421	15,703	15,703
Baja	20,671	22,433	31,727	32,368	38,457	38,137	39,739	39,739	38,457	38,457	38,457	38,457
Exploraciones	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293	19,293
SUB TOTAL	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453	73,453

En Resumen: Metas Físicas 2010

Nivel	TIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
Balanza	Mineral	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	15,855	190,260
	Desmante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+20	Mineral	16,521	10,105	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,209	10,209	10,000	6,000	123,045
	Desmante	5,228	536	0	0	0	0	0	0	1,072	1,072	0	0	7,910
-20	Mineral	13,241	11,365	18,497	24,137	21,963	17,609	17,179	13,879	12,749	15,107	29,522	31,220	226,468
	Desmante	1,287	3,217	3,620	4,022	3,539	3,620	3,620	3,620	3,620	3,620	3,941	3,941	41,666
-55	Mineral	27,396	26,518	43,159	56,320	51,243	41,087	40,085	32,385	29,747	35,249	63,884	72,846	
	Desmante	3,003	7,507	8,446	9,384	8,253	8,446	8,446	8,446	8,446	8,446	3,196	9,196	
-95	Mineral	34,417	30,528	22,073	16,315	20,513	23,892	29,397	34,197	34,313	34,913	12,913	18,513	311,985
	Desmante	8,794	8,648	10,618	10,832	12,870	12,762	13,299	13,299	12,870	12,870	12,870	12,870	142,800
-130	Mineral	49,735	47,341	50,762	30,741	34,395	36,449	43,720	50,920	52,231	50,903	27,981	25,800	501,027
	Desmante	18,956	16,087	18,071	17,052	19,305	19,144	19,948	19,948	19,305	19,305	19,305	19,305	225,730
-175	Mineral	16,223	15,432	13,042	14,937	19,414	23,414	17,152	16,152	13,152	11,152	3,152	3,152	166,372
	Desmante	57,784	58,857	54,299	53,763	51,081	51,081	49,741	49,741	16,141	16,141	16,141	16,141	490,910
-215	Mineral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desmante	6,720	6,720	6,720	6,720	6,720	6,720	6,720	6,720	0	0	0	0	53,760
Condestable	Mineral	30,575	28,116	30,575	29,589	30,575	29,589	30,575	30,575	29,539	30,575	29,589	30,578	360,500
	Desmante	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	4,059	48,707
TOTAL Mineral		203,963	185,259	203,963	197,895	203,963	197,895	203,963	203,963	197,895	203,963	197,895	203,963	2,404,580
TOTAL Desmante		105,832	105,832	105,832	105,832	105,832	105,832	105,832	105,832	65,512	65,512	65,512	65,512	1,108,703
TOTAL		309,795	291,091	309,795	303,727	309,795	303,727	309,795	309,795	263,407	269,475	263,407	269,475	3,513,283

Nota: Nivel -215 = OPERMIN (contrata)

ANEXO 14:

Metas Físicas 2010 – Area Planeamiento

Nivel	Tipo	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
		ton/día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete	Ton / Día	días*volquete
Balanza	Mineral	1051	15.1	1041	15.2	1032	15.4	1023	15.5	1014	15.6	1005	15.8	997	15.9	988	16.0	980	16.2	972	16.3	964	16.5	956	16.6
+20	Mineral	463	35.7	461	21.9	459	21.8	457	21.9	456	21.9	454	22.0	452	22.1	450	22.2	449	22.8	447	22.8	445	22.5	444	13.5
	Desmonte	503	10.4	497	1.1	492	0.0	486	0.0	480	0.0	475	0.0	469	0.0	464	0.0	459	2.3	454	2.4	449	0.0	445	0.0
-20	Mineral	439	30.1	438	26.0	436	42.4	434	55.6	433	50.7	431	40.8	430	40.0	428	32.4	426	29.9	425	35.6	423	69.7	422	74.0
	Desmonte	473	2.7	467	6.9	462	7.8	457	8.8	452	7.8	447	8.1	443	8.2	438	8.3	433	8.4	429	8.4	425	9.3	420	9.4
-55	Mineral	402	68.1	401	66.2	399	108.1	398	141.5	397	129.2	395	103.9	394	101.8	393	82.5	391	76.0	390	90.4	389	177.2	387	188.0
	Desmonte	425	7.1	421	17.8	417	20.3	413	22.7	409	20.2	405	20.9	401	21.1	397	21.3	393	21.5	390	21.7	386	23.8	383	24.0
-95	Mineral	390	88.3	389	78.5	387	57.0	386	42.3	385	53.3	384	62.3	382	76.9	381	89.7	380	90.3	379	92.2	377	34.2	376	49.2
	Desmonte	511	17.2	505	17.5	499	21.3	493	22.0	487	26.4	481	26.5	476	27.9	471	28.3	465	27.7	460	28.0	455	28.3	450	28.6
-130	Mineral	370	134.4	369	128.3	368	138.0	367	83.9	365	94.1	364	100.0	363	120.4	362	140.6	361	144.9	360	141.5	359	78.0	358	72.1
	Desmonte	386	49.1	383	42.0	379	47.7	376	45.4	372	51.8	369	51.9	366	54.5	363	55.0	360	53.7	357	54.1	354	54.6	351	55.1
-175	Mineral	336	48.3	335	46.1	334	39.1	333	44.9	332	58.5	331	70.7	330	51.9	329	49.1	328	40.1	327	34.1	326	9.7	326	9.7
	Desmonte	345	167.3	342	171.8	340	159.8	337	159.5	334	152.8	332	154.0	329	151.2	326	152.4	324	49.8	321	50.2	319	50.6	317	51.0
-215	Mineral	299	0.0	299	0.0	298	0.0	297	0.0	296	0.0	295	0.0	295	0.0	294	0.0	293	0.0	292	0.0	292	0.0	291	0.0
	Desmonte	288	23.3	286	23.5	284	23.7	281	23.9	279	24.1	277	24.2	275	24.4	273	24.6	271	0.0	269	0.0	268	0.0	266	0.0
CONDESTABLE	Mineral	1100	27.8	1100	25.6	1100	27.8	1100	26.9	1100	27.8	1100	26.9	1100	27.8	1100	27.8	1100	26.9	1100	27.8	1100	26.9	1100	27.8
	Desmonte	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8	120	33.8
			758.7		722.3		763.9		748.4		768.2		762.0		777.9		784.0		644.2		659.3		635.1		652.9
			25.3		25.8		24.6		24.9		24.8		25.4		25.1		25.3		21.5		21.3		21.2		21.1

en promedio se usaran: **26** VOLQUETES

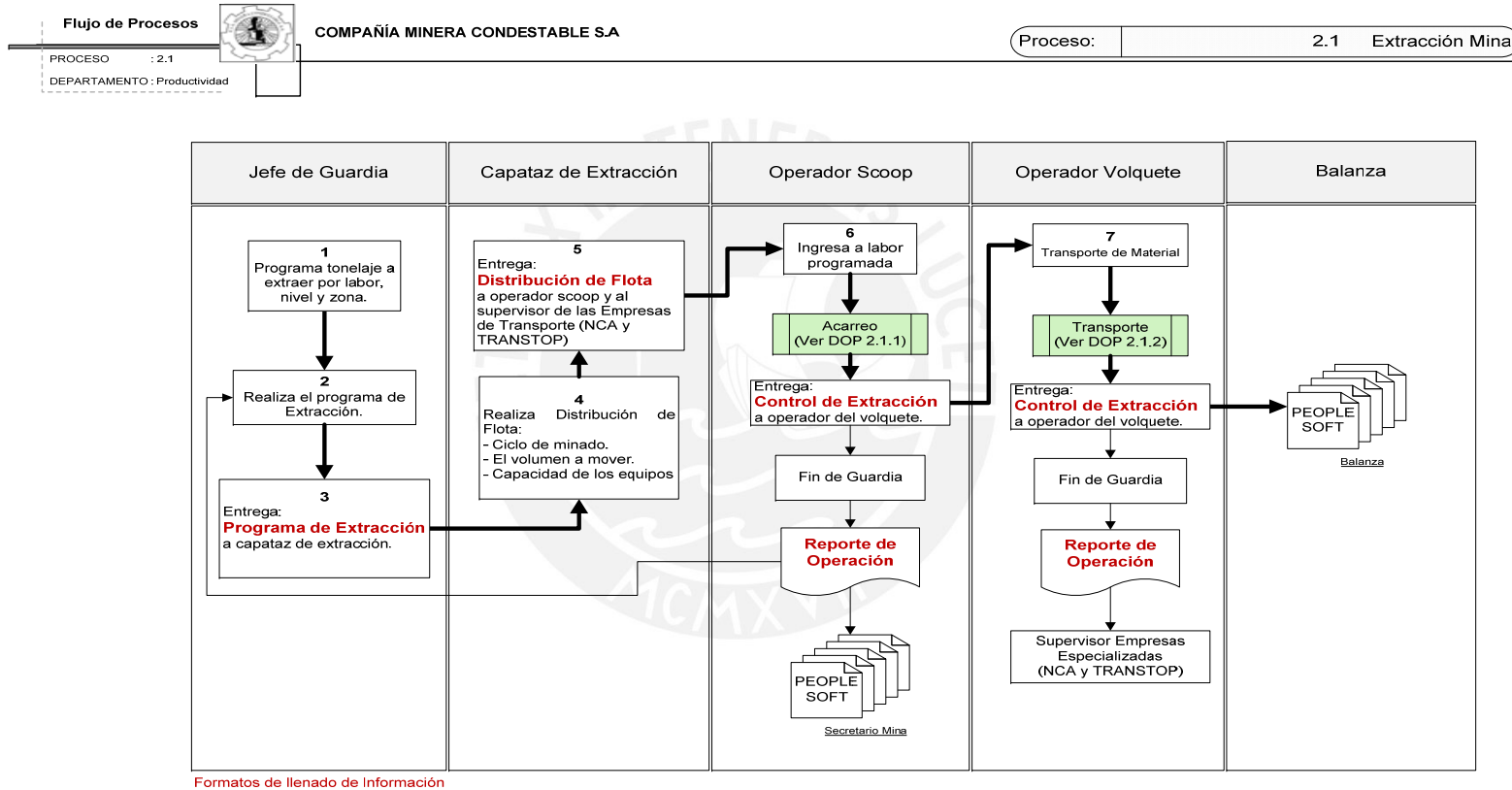
Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 15:

Procesos: ciclo de minado – 2010

Extracción Mina: Proceso



Fuente: Compañía Minera Condestable

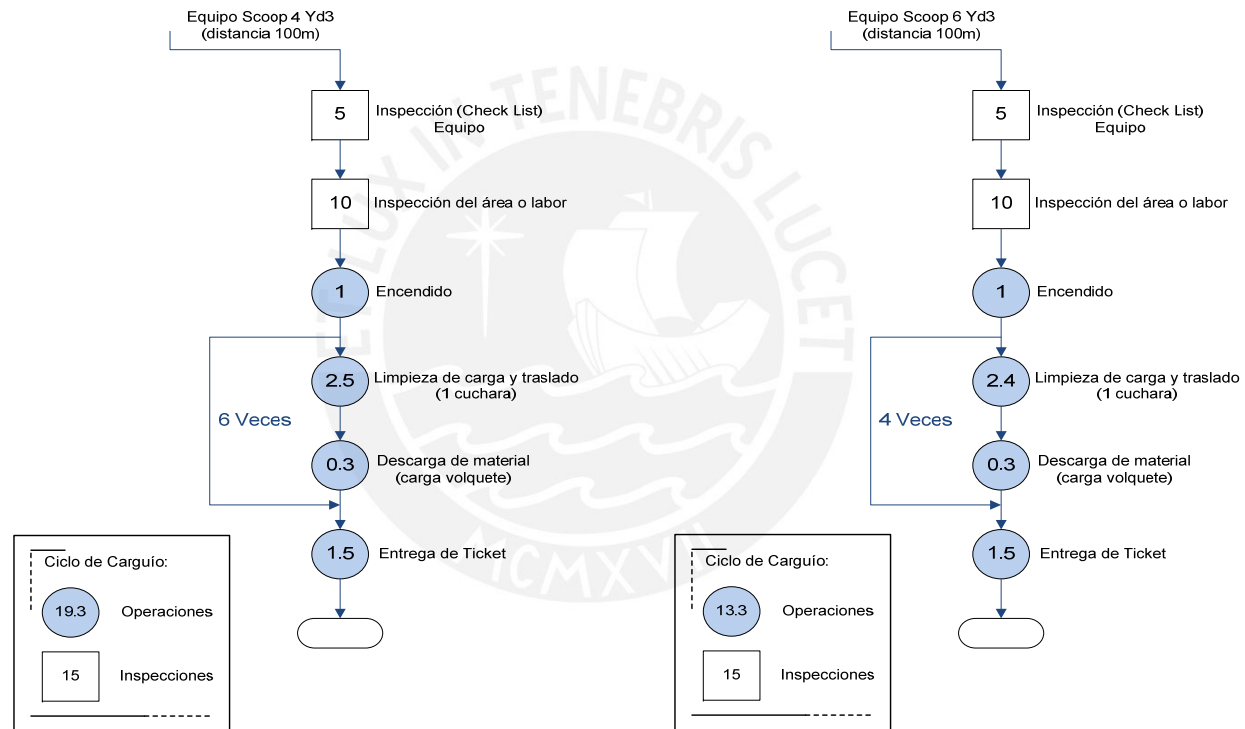
Elaboración: Autor de la Tesis

Extracción Mina: Diagrama de Operaciones del Proceso

Diagrama de Operaciones del Proceso  **COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE S.A**

DOP: 2.1.1 Acarreo

DOP : 2.1.1
DEPARTAMENTO : Productividad



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

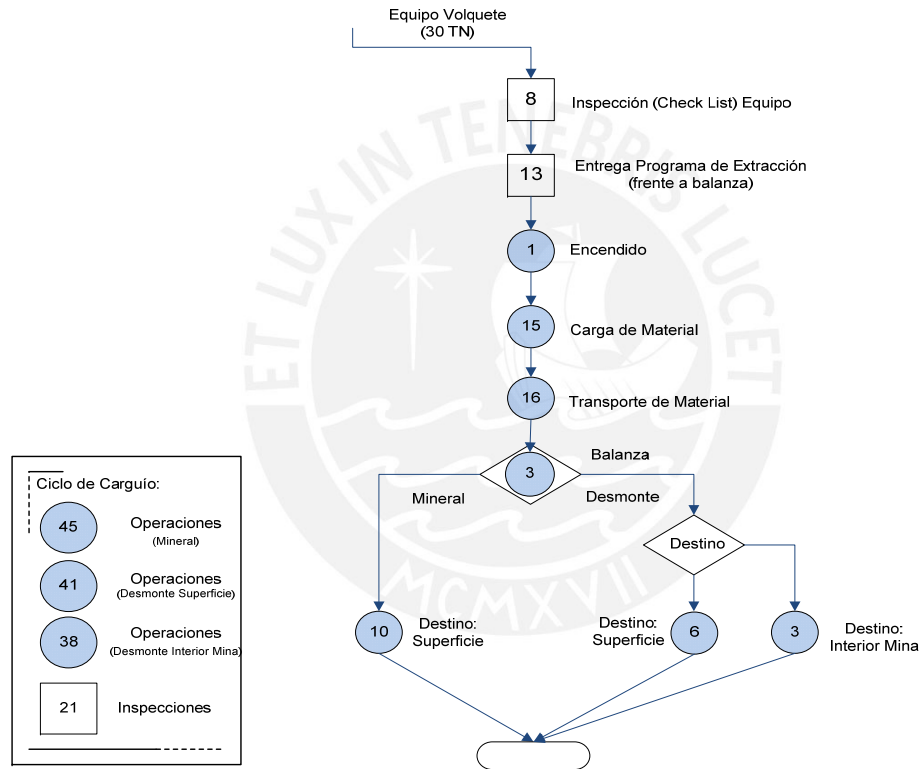
Extracción Mina: Diagrama de Operaciones del Proceso

Diagrama de Operaciones del Proceso

COMPañÍA MINERA CONDESTABLE S.A

DOP: 2.1.2 Transporte

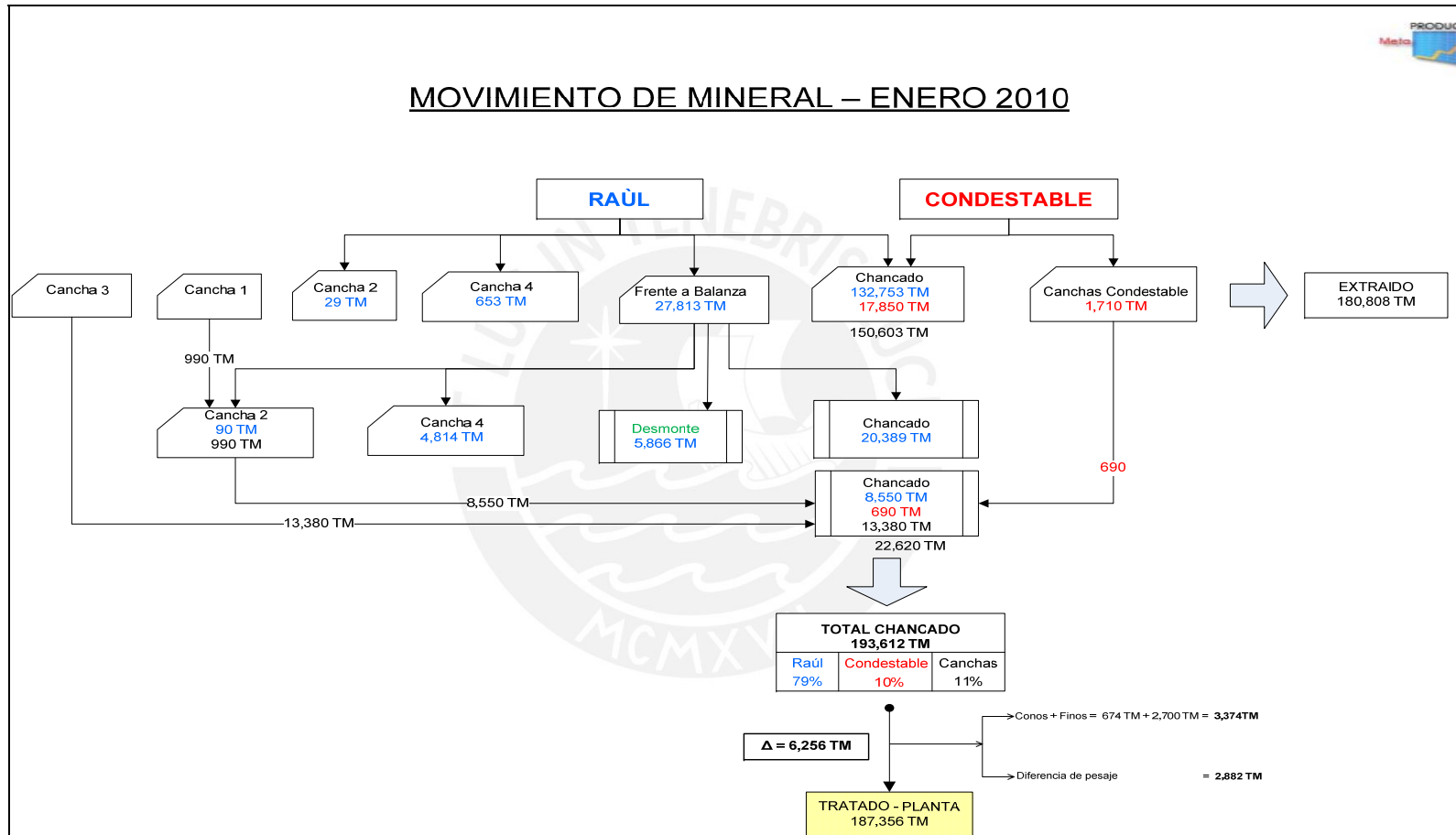
DEPARTAMENTO: Productividad



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

Extracción Mina: Diagrama de Movimiento del Mineral



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

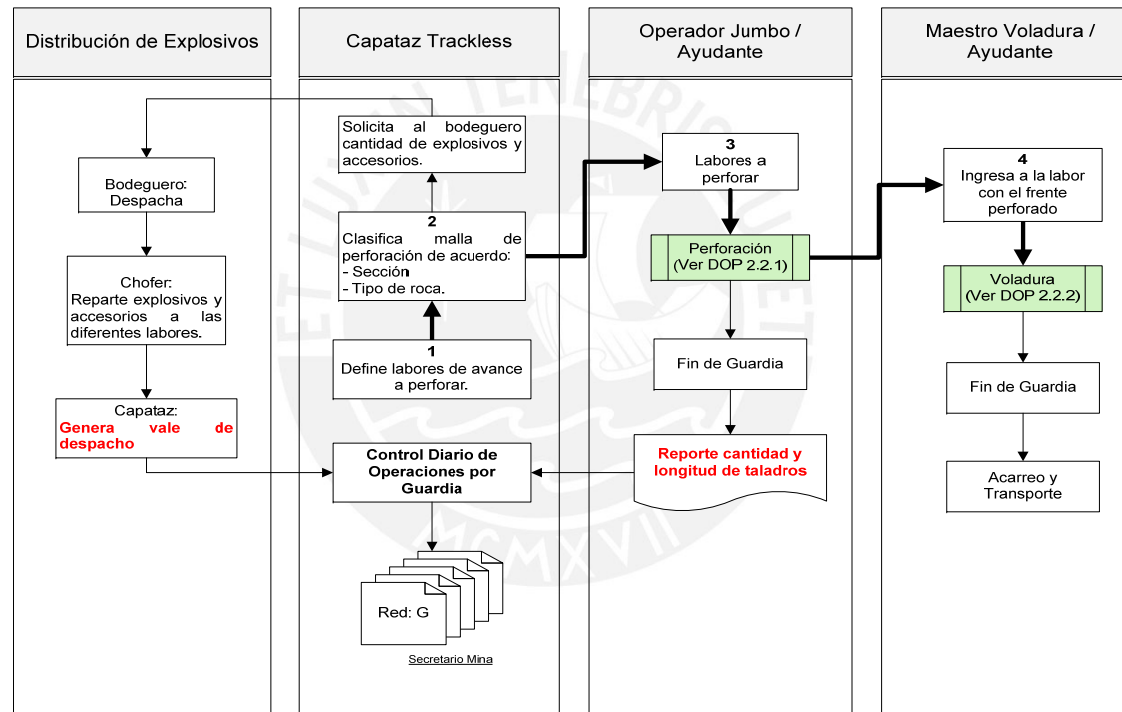
Perforación y Voladura: Proceso

Flujo de Procesos  **COMPañÍA MINERA CONDESTABLE S.A**

PROCESO : 2.2

DEPARTAMENTO : Productividad

Proceso: 2.2 Perforación y Voladura



Formatos de llenado de Información

Fuente: Compañía Minera Condestable

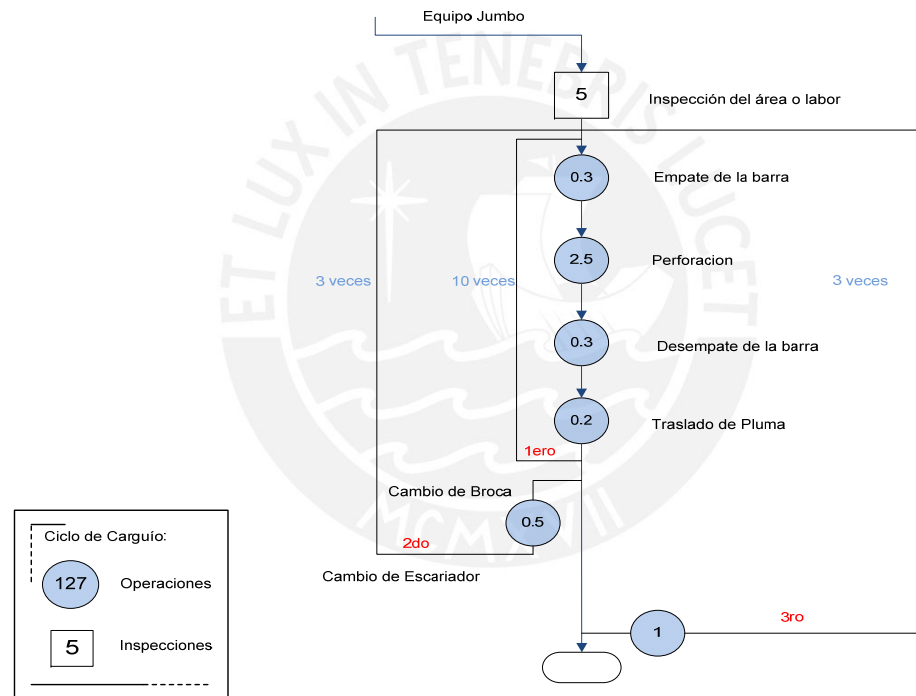
Elaboración: Autor de la Tesis

Perforación: Diagrama de Operaciones del Proceso

Diagrama de Operaciones del Proceso  COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE SA

DOP: 2.2.1 Perforación

DEPARTAMENTO: Productividad



Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 16:

Análisis Externo: Factorial - Causal

ANÁLISIS FACTORIAL CAUSAL											PERFORACIÓN	VOLADURA	ACARREO	TRANSPORTE	
item	Area	v	ACTIVIDADES	100%	75%	50%	25%	0%	f	n	1	2	3	4	
1	PERFORACION	1.1	Perforacion de frente		1				1	1	1				
		1.2	limpieza de carga en el frente		1				1,3	2	1		1		
		1.3	Regado y desatado de labor		1					1	1	1			
		3		0	3	0	0	0		4	3	0	1	0	
		IE1	75.00%	ID	25.00%	PL	25.00%					75.00%	0.00%	25.00%	0.00%
2	VOLADURA	2.1	Carguo del frente	1					2	1		1			
		2.3	Regado y desatado de labor		1				2	1		1			
		2.4	Preparacion de labor y taladros		1				2	1		1			
		2.6	Espera por perforación inconclusa		1				1,2	2	1	1			
		4		1	3	0	0	0		5	1	4	0	0	
IE2	81.25%	ID	18.75%	PL	20.00%					20.00%	80.00%	0.00%	0.00%		
3	ACARREO	3.1	Limpieza de carga			1			3,4	2			1	1	
		3.2	Entrega de ticket y coordinación		1				3,4	2			1	1	
		3.3	Espera al volquete				1			3,4	2			1	1
		3.4	Reparaciones mecanicas y/o electricas		1					3	1			1	
		4		0	2	1	1	0		7	0	0	4	3	
IE3	56.25%	ID	43.75%	PL	14.29%					0.00%	0.00%	57.14%	42.86%		
4	TRANSPORTE	4.1	Espera de Scoop		1				3,4	2			1	1	
		4.2	Cola de volquetes		1				3,4	2			1	1	
		4.3	Mala Coordinación de Extracción			1				4	1			1	
		4.4	Carguo de Volquete		1					3,4	2		1	1	
		4		0	2	1	0	0		7	0	0	3	4	
IE3	50.00%	ID	50.00%	PL	14.29%					0.00%	0.00%	42.86%	57.14%		
IET		65.63%									95.00%	80.00%	125.00%	100.00%	

Fuente: Compañía Minera Condestable

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 18:

Colección de Información

Ciclo Acarreo - Scoop

3

FECHA: 25/02/2008
OPERARIO: José Gálvez

TURNO: Dia
CO SCOOP: ST-C3 4yd³

HORA DE INICIO	HORA FINAL	ACTIVIDAD	CODIGO	TIEMPO TOTAL	TIEMPO TOTAL (N)	CLASIFICACION DE ACTIVIDAD
07:00:00	07:22:00	Reparto de guardia	1	00:22:00	0.367	Demora operativa
07:22:00	07:33:00	Traslado personal a taller Nv_-20 / a superficie	2	00:11:00	0.183	Demora operativa
07:33:00	08:02:00	Checklist	3	00:29:00	0.483	Demora operativa
08:02:00	08:08:00	Traslado de taller a labor	4	00:06:00	0.100	Demora operativa
08:08:00	09:06:00	Espera por habilitación de labor	6	00:58:00	0.967	Improductivo
09:06:00	09:26:00	Carguío de volquete	7	00:20:00	0.333	Productivo Neto
09:26:00	09:48:00	Carguío de volquete	7	00:22:00	0.367	Productivo Neto
09:48:00	10:02:00	Acumulación de carga	8	00:14:00	0.233	Productivo Neto
10:02:00	10:17:00	Espera por volquete	5	00:15:00	0.250	Improductivo
10:17:00	10:52:00	Carguío de volquete	7	00:35:00	0.583	Productivo Neto
10:52:00	11:02:00	Acumulación de carga	8	00:10:00	0.167	Productivo Neto
11:02:00	11:14:00	Carguío de volquete	7	00:12:00	0.200	Productivo Neto
11:14:00	11:22:00	Servicios (Mantenimiento de vías)	9	00:08:00	0.133	Demora operativa
11:22:00	11:28:00	Espera por volquete	5	00:06:00	0.100	Improductivo
11:28:00	11:58:00	Carguío de volquete	7	00:30:00	0.500	Productivo Neto
11:58:00	12:18:00	Servicios (Mantenimiento de vías)	9	00:20:00	0.333	Demora operativa
12:18:00	12:48:00	Carguío de volquete	7	00:30:00	0.500	Productivo Neto
12:48:00	13:00:00	Traslado de labor a comedor/comedor a labor	11	00:12:00	0.200	Demora operativa
13:00:00	14:45:00	Almuerzo v/c descanso	12	01:45:00	1.750	Demora Operativa
14:45:00	14:50:00	Traslado de labor a comedor/comedor a labor	11	00:05:00	0.083	Demora operativa
14:50:00	15:17:00	Carguío de volquete	7	00:27:00	0.450	Productivo Neto
15:17:00	15:39:00	Espera por volquete	5	00:22:00	0.367	Improductivo
15:39:00	16:10:00	Carguío de volquete	7	00:31:00	0.517	Productivo Neto
16:10:00	16:22:00	Traslado de labor a labor	10	00:12:00	0.200	Demora operativa
16:22:00	17:08:00	Carguío de volquete	7	00:46:00	0.767	Productivo Neto
17:08:00	17:39:00	Espera por volquete	5	00:31:00	0.517	Improductivo
17:39:00	17:50:00	Carguío de volquete	7	00:11:00	0.183	Productivo Neto
17:50:00	17:56:00	Traslado labor a taller Nv_-20	15	00:06:00	0.100	Demora operativa
17:56:00	18:03:00	Lavado de equipo	16	00:07:00	0.117	Improductivo
18:03:00	18:15:00	Llenado de reporte	17	00:12:00	0.200	Demora operativa
18:15:00	18:25:00	Traslado personal a taller Nv_-20 / a superficie	2	00:10:00	0.167	Demora operativa
18:25:00	19:00:00	Espera cambio de turno	18	00:35:00	0.583	Improductivo

Elaboración: Autor de la Tesis

Ciclo Transporte - Volquete

TIEMPOS PRODUCTIVOS VOLQUETE

Fecha	N° de Viaje	Nivel	Labor	Hora de Carga		Balanza		Tipo de carga	Peso Material (tr)	Descarga (hancoral/cancha de desmonte)		Tiempo de carga	Tiempo Traslado a Balanza	Tiempo en Balanza	Traslado a Descarga	Tiempo de descarga	Tiempo Regreso a labor (vaco)	Tiempo Total Productivo	Rendimiento (tn/hr)
				inicio	fin	llegada	salida			llegada	salida								
18/02/2008	1	-55	GL 5150	7:34:54	7:50:20	8:09:34	8:12:35	mineral	31.8	8:29:12	8:47:00	0:15:29	0:17:34	0:03:01	0:18:37	0:04:20	0:14:45	1:11:45	28.5
18/02/2008	2	-55	GL 5082	9:01:48	9:12:19	9:30:50	9:34:21	mineral	29.2	9:43:40	9:48:30	0:10:31	0:17:08	0:03:31	0:09:19	0:04:50	0:27:28	1:12:47	24.1
18/02/2008	3	-20	XC 4541	11:18:37	11:30:03	11:41:35	11:43:08	desmonte	30.0	11:48:05	11:52:30	0:11:29	0:10:28	0:01:31	0:04:59	0:04:25	0:14:20	0:47:07	38.2
18/02/2008	4	-20	GL 4471	12:39:33	13:00:27	13:10:15	13:12:20	desmonte	29.8	13:17:21	13:21:25	0:20:54	0:08:55	0:02:05	0:05:01	0:04:04	0:14:20	0:55:19	32.1
19/02/2008	1	-55	TJ 1508	8:31:17	8:38:30	8:58:28	8:57:32	mineral	29.3	9:14:30	9:21:12	0:07:13	0:17:08	0:01:05	0:18:58	0:04:04	0:21:28	1:07:55	25.9
19/02/2008	2	-55	GL 5150	10:08:34	10:18:19	10:39:30	10:40:42	mineral	25.5	10:52:35	10:58:02	0:09:45	0:21:11	0:01:12	0:11:53	0:03:27	0:21:28	1:08:54	22.2
19/02/2008	3	-55	GL 4852	11:33:08	11:44:00	12:00:47	12:04:32	desmonte	23.1	12:08:50	12:11:38	0:10:52	0:18:47	0:03:45	0:04:18	0:02:48	0:21:59	1:00:27	22.9
19/02/2008	4	-20	GL 4541	12:49:12	12:59:24	13:11:40	13:12:45	desmonte	28.1	13:17:25	13:22:40	0:10:12	0:12:18	0:01:05	0:04:40	0:04:20	0:21:59	0:54:32	28.7
20/02/2008	1	-20	XC 1529	8:18:00	8:28:10	8:48:35	8:51:00	desmonte	25.8	8:58:10	8:59:15	0:10:10	0:20:25	0:02:25	0:05:10	0:03:05	0:18:45	1:00:00	25.8
20/02/2008	2	-20	GL 4471	10:27:30	10:48:00	11:08:00	11:07:00	mineral	30.3	11:18:31	11:23:20	0:20:30	0:18:00	0:01:00	0:11:31	0:04:49	0:21:40	1:17:30	23.5
20/02/2008	3	-20	TJ 1529	12:03:40	12:11:49	12:28:10	12:27:25	mineral	30.8	12:37:42	12:42:33	0:08:09	0:14:21	0:01:15	0:10:17	0:04:51	0:15:45	0:54:38	33.8
20/02/2008	4	-20	TJ 451	13:05:35	13:13:55	13:24:55	13:25:42	mineral	30.1	13:35:39	13:40:18	0:08:20	0:11:00	0:00:47	0:09:57	0:04:39	0:15:45	0:50:28	35.8
22/02/2008	1	-55	TJ 1838	7:42:08	7:48:50	8:08:00	8:08:50	mineral	30.8	8:19:20	8:24:10	0:08:44	0:17:30	0:00:50	0:10:30	0:04:50	0:08:15	0:48:39	39.8
22/02/2008	2	-55	XC 5048	8:47:20	9:02:08	9:10:20	9:12:32	desmonte	30.4	9:22:01	9:27:10	0:14:48	0:18:45	0:01:42	0:04:59	0:05:09	0:08:10	0:49:31	38.9
22/02/2008	3	-55	GL 4852	10:42:00	10:55:00	11:11:10	11:14:18	mineral	34.8	11:38:20	11:44:13	0:13:00	0:12:24	0:03:08	0:04:54	0:05:53	0:45:37	1:24:54	24.5
22/02/2008	4	-55	GL 5150	12:29:50	12:41:50	12:59:04	13:01:10	mineral	34.7	13:05:24	13:10:38	0:12:00	0:18:40	0:02:05	0:04:14	0:05:12	0:09:55	0:50:07	41.5
												0:11:52	0:15:32	0:01:54	0:08:27	0:04:25	0:18:36	1:00:47	

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 19:

Elementos Básicos para el Estudio de Tiempos

Elementos Básicos para el Estudio de Tiempos		Elementos Básicos para el Estudio de Tiempos	
Transporte - Volquetes		Acarreo - Scooptram CMC	
TIEMPO PRODUCTIVO	<p>TIEMPO PRODUCTIVO NETO: El volquete recibe el material (mineral o desmonte) del scoop, lo transporta y descarga en la Chancadora o Botadero de Desmonte para retornar a ser cargado nuevamente y cumplir el ciclo de transporte.</p> <p>Carguío Transporte a Balanza Transporte a Chancadora (desde balanza) Transporte a Cancha de Desmonte (desde balanza) Descarga Transporte a Cargador (Interior mina) Maniobra de Posicionamiento</p>	TIEMPO PRODUCTIVO	<p>TIEMPO PRODUCTIVO NETO: Son aquellas actividades que estan relacionadas directamente al acarreo de material roto producto de la Voladura (ciclo de acarreo).</p> <p>Carguío de volquete Acumulación de carga</p>
	<p>DEMORAS OPERATIVAS: Tareas complementarias para el transporte del material</p> <p>Pesaje Revisión e Inspección del Equipo Traslado al Lavadero Lavado de Volquete Traslado a Grifo Carguío de Combustible Inspección de Llantas Estacionamiento en Paradero</p>		<p>DEMORAS OPERATIVAS: Son actividades complementarias necesarias para el acarreo del material</p> <p>Reparto de guardia Traslado personal a taller Nv_-20 / a superficie Checklist Traslado a labor Servicios (Mantenimiento de vías) Traslado de labor a labor Traslado de labor a comedor/comedor a labor Almuerzo y/o descanso Traslado labor a taller Nv_-20 Llenado de reporte Inspección de labor</p>
TIEMPO IMPRODUCTIVO	<p>TIEMPO IMPRODUCTIVO: Son aquellas actividades cuando el volquete esta apagado o realiza tareas innecesarias.</p> <p>Almuerzo/Descanso Cola de volquetes Cambio de Guardia Entrega de Reportes Mala Coordinación de Extracción Espera de Scoop tiempo ocioso Reparación en Taller Traslado a taller Reparto de Guardia e Inducción de Seguridad</p>	TIEMPO IMPRODUCTIVO	<p>TIEMPO IMPRODUCTIVO: Son aquellas actividades donde el scoop realiza tareas innecesarias que no sea el ciclo de acarreo</p> <p>Espera por volquete Espera por habilitación de labor Llantas bajas Mantenimiento (engrase) Lavado de equipo Espera cambio de turno</p>

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 20:

Estudio de Tiempos

Ciclo de Acarreo**ESTUDIO DE TIEMPOS - SCOOP (4 guardias de 12 horas c/u)**

TIEMPO PRODUCTIVO NETO			
	Horas	Horas /gda	Porcentaje
PRODUCTIVO			
Acarreo	17.0	4.3	35.5%
Sub total	17.0	4.3	35.5%
DEMORAS OPERATIVAS			
	Horas	Horas /gda	Porcentaje
Inspeccion del area o labor	1.6	0.4	3.3%
Traslado en interior mina	5.6	1.4	11.6%
Entrega de tickets y coordinacion	2.4	0.6	4.9%
Trasladar equipo a refugio	1.0	0.3	2.2%
Revisión e Inspeccion de equipo (engrase etc)	0.5	0.1	1.0%
Sub total	11.0	2.8	23.0%
TIEMPOS			
DEMORAS INEVITABLES			
	Horas	Horas /gda	Porcentaje
Refrigerio	5.9	1.5	12.3%
Sub total	5.9	1.5	12.3%
TIEMPO IMPRODUCTIVO INEVITABLE			
	Horas	Horas /gda	Porcentaje
Traslado de superficie a refugio	3.6	0.9	7.5%
Traslado de labor a superficie	4.0	1.0	8.4%
Reparto de guardia e induccion de seguridad	2.2	0.6	4.6%
Sub total	9.8	2.5	20.4%
TIEMPO IMPRODUCTIVO EVITABLE			
	Horas	Horas /gda	Porcentaje
Espera al volquete	4.2	1.1	8.8%
Sub total	4.2	1.1	8.8%
RESUMEN			
	Horas	Horas /gda	Porcentaje
TIEMPO PRODUCTIVO	28.1	7.0	58.4%
TOLERANCIAS	5.9	1.5	12.3%
TIEMPO IMPRODUCTIVO	14.0	3.5	29.3%
Total	48.0	12.0	100.0%

Elaboración: Autor de la Tesis

Ciclo de Transporte

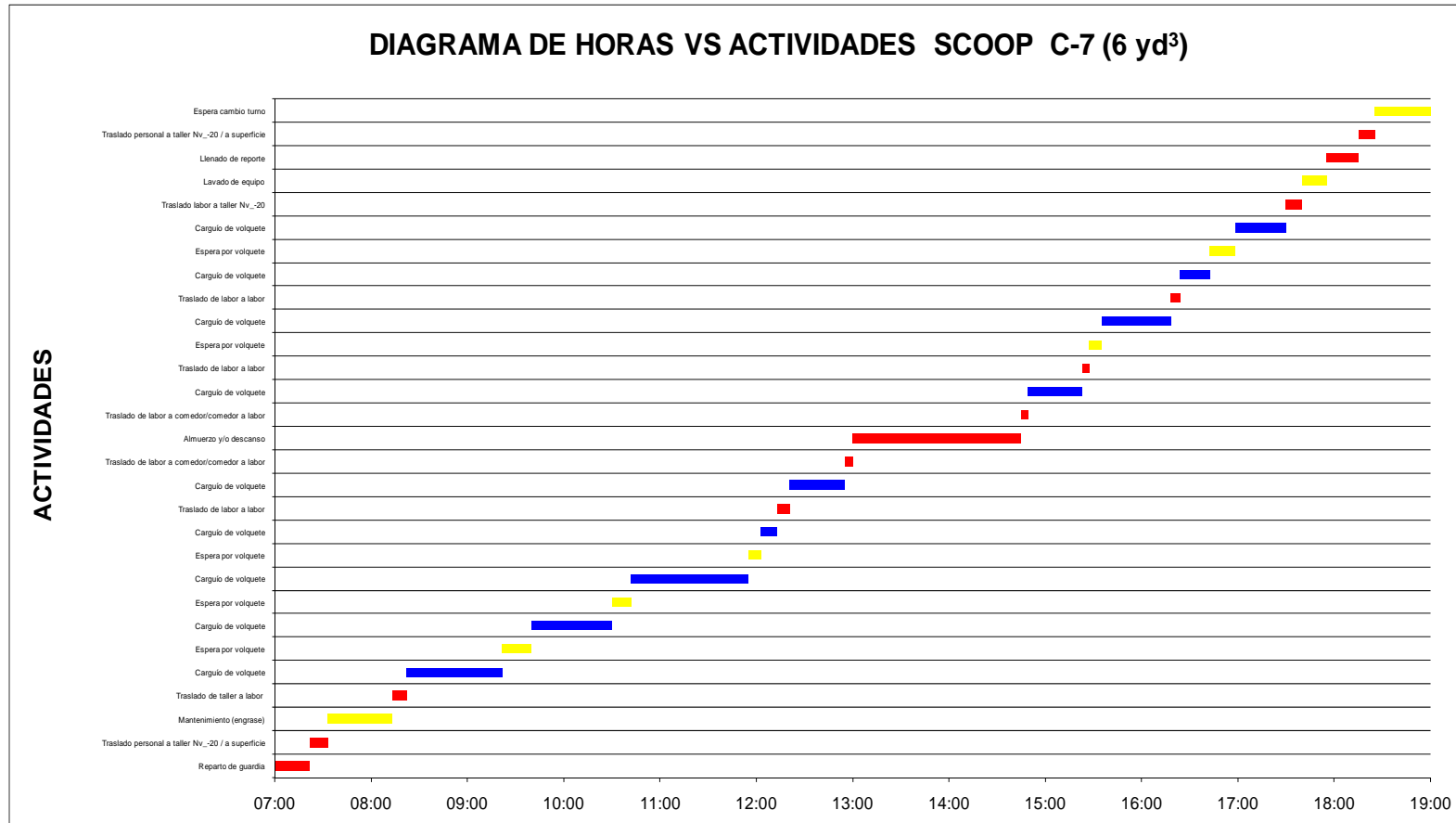
RESUMEN DE TIEMPOS VOLQUETE				
TIEMPO PRODUCTIVO NETO				
TIEMPO PRODUCTIVO		Hrs/gda	Porcentaje	
	Carguío	5.3	22.1%	
	Transporte a Charcadora (desde balanza)	2.5	10.2%	
	Transporte a Cancha de Desmonte (desde balanza)	1.8	7.4%	
	Transporte a Cargador (Interior mina)	1.6	6.7%	
	Transporte a Balanza	1.1	4.7%	
	Maniobra de Posicionamiento	1.1	4.7%	
	Descarga	0.9	3.6%	
	Subtotal	14.2	3.6%	
	DEMORAS OPERATIVAS			
		Hrs/gda	Porcentaje	
	Lavado de Volquetes	0.5	2.1%	
	Revisión e Inspección del Equipo	0.4	1.8%	
Traslado a Grifo	0.4	1.7%		
Pesaje	0.4	1.5%		
Carguío de Combustible	0.2	0.7%		
Traslado al Lavadero	0.1	0.0%		
Estacionamiento en Base	0.1	0.3%		
Inspección de Llantas	0.1	0.3%		
Subtotal	2.2	9.1%		
TIEMPO IMPRODUCTIVO				
TIEMPO IMPRODUCTIVO		Hrs/gda	Porcentaje	
	Almuerzo/Descanso	1.9	8.0%	
	Cola de volquetes	1.6	6.8%	
	Espera de Scoop	1.4	5.7%	
	Reparación en Taller	1.0	4.2%	
	Cambio de Guardia	0.7	3.0%	
	Mala Coordinación de Extracción	0.4	1.8%	
	Entrega de Reportes	0.3	1.4%	
	Tiempo ocioso	0.1	0.0%	
	Reparto de Guardia e Inducción de Seguridad	0.0	0.1%	
	Traslado a taller	0.0	0.1%	
Subtotal	7.6	31.5%		
RESUMEN				
	Hrs/gda	Porcentaje		
TIEMPO PRODUCTIVO	16.4	55.20%		
TIEMPO IMPRODUCTIVO	7.6	44.80%		
TOTAL	24.0	100.00%		

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 21:

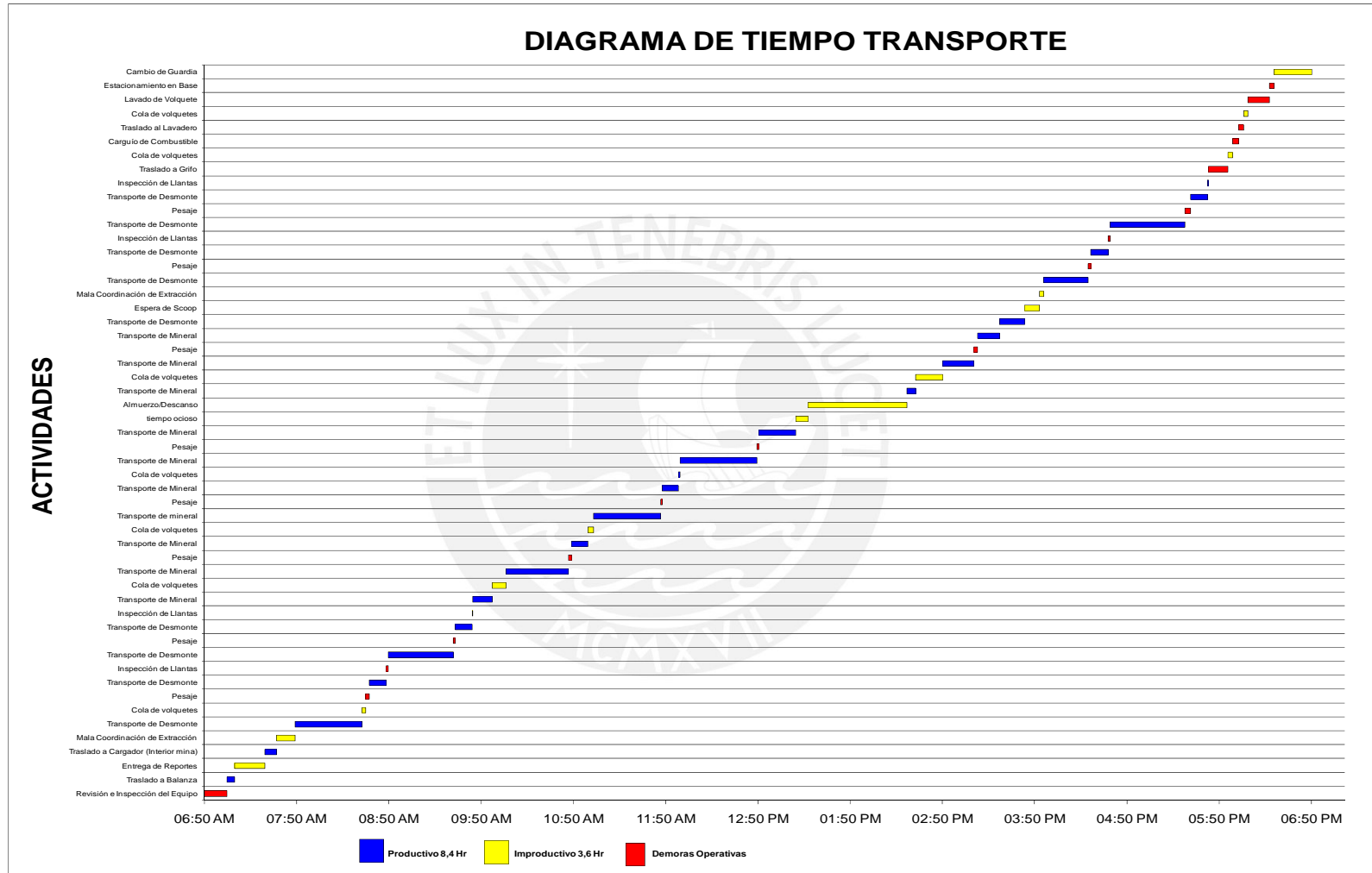
Diagrama de Tiempo

Acarreo - Scoop 6Yd³



Elaboración: Autor de la Tesis

Transporte - Volquete



Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 21:

Análisis Interno: FACERAP

ANALISIS FACERAP

ITEM	FALLAS	APARIENCIA	CAUSA	EFFECTO	RESPONSAB LE	ACCION	PREVISION	VALORACION	PONDERACION	RESULTANTE
1	Cola de volquetes	Operador del scoop no tiene experiencia, no realiza su trabajo con eficiencia.	Mala distribucion de flota	Menor cantidad de material a extraer, por lo tanto; aumento de costos de operaciones.	Operaciones mina	Analizar flota, y realizar una buena distribución de la misma.	Inspeccion por observación, trimestral.	4	80	30.8%
2	Scoop espera a volquetes	Los volquetes se demoran porque son nuevos y no conocen las labores.	Mala distribucion de flota	Menor cantidad de material a extraer, por lo tanto; aumento de costos de operaciones.	Operaciones mina	Analizar flota, y realizar una buena distribución de la misma.	Inspeccion por observación, trimestral.	4	80	30.8%
3	No hay carga para el acarreo en el frente.	Mala coordinacion o mal tipeado del secretario.	No hay comunicación entre los diferentes responsables del programa de extracción.	Menor cantidad de material a extraer, por lo tanto; aumento de costos de operaciones.	Operaciones mina	Revisar el programa de extracción entre las guardias de cambio.	Generar observacion de parte de los operarios en su	1	20	7.7%
4	Espera de llegada de Scoop	El operador del scoop siempre se demora, llega tarde al trabajo.	Existen horarios distintos de entrada para los dos diferentes operadores (scoop-volquete).	Menor cantidad de material a extraer, por lo tanto; aumento de costos de operaciones.	Operaciones mina	Cambiar horario de trabajo para que no existan esperas en inicio de operaciones.	Respetar Plan de acción.	2	40	15.4%
5	Reparaciones mecánicas	No existe un buen programa de mantenimiento de los equipos por parte de las empresas de transporte.	Las llantas son las principales reparaciones, no existe programa o rol para el mantenimiento de vías.	Menor cantidad de material a extraer, por lo tanto; aumento de costos de operaciones.	Operaciones mina Obras Civiles	Crear un rol o cronograma de mantenimiento de vías según se de el caso o zona.	Respetar Plan de acción.	2	40	15.4%

Cuadro 1:

Calificación	No Importante	Poco Importante	Importante	Muy
Valoración	1	2	3	4

Elaboración: Autor de la Tesis

ANEXO 22:

Factor de Acoplamiento vs Rendimiento de Flota

<u>NIVEL - 20</u>											
FACTOR DE ACOPLAMIENTO vs TON/HR FLOTA											
Distancia 50m			Distancia 100m			Distancia 150m			Distancia 200m		
Volquetes	F.A	Ton / Hr	Volquetes	F.A	Ton / Hr	Volquetes	F.A	Ton / Hr	Volquetes	F.A	Ton / Hr
3	55%	104	1.55	39%	54	2	65%	69	0.55	22%	19
3.12	57%	108	2	51%	69	2.6	84%	90	1	39%	35
3.34	62%	116	2.55	65%	88	3	97%	104	1.55	61%	54
3.56	66%	123	3	76%	104	3.1	100%	107	2	78%	69
3.78	70%	131	3.48	88%	120	3.5	113%	107	2.54	100%	88
4	74%	138	3.93	100%	136	4	129%	107	3	118%	88
4.12	76%	143	4	101%	136	4.5	145%	107	3.45	135%	88
4.34	80%	150	4.45	113%	136	5	161%	107	4	157%	88
4.56	84%	158	4.90	124%	136				4.45	174%	88
4.78	88%	165							5	196%	88
5	92%	173									
5.22	96%	181									
5.44	100%	188									
5.72	105%	188									
6	110%	188									
6.28	116%	188									

Elaboración: Autor de la Tesis