



INSTITUTO SUPERIOR METALÚRGICO DE MOA
Dtr. ANTONIO NÚÑEZ JIMÉNEZ.

Trabajo de Diploma

Tema: Análisis del sistema de transportación de la Mina Pinares de la Empresa Cmdte. René Ramos Latour.

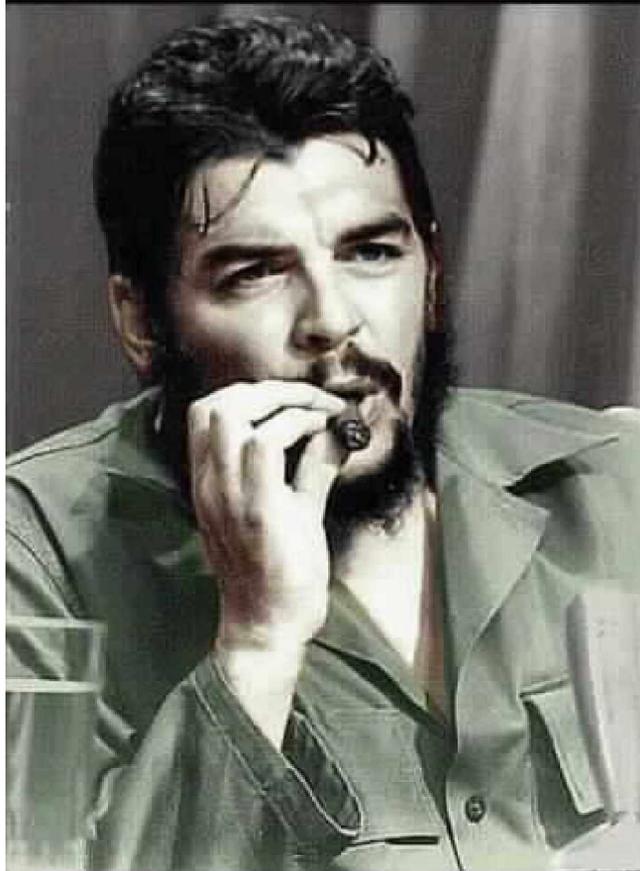


Nombre: Yoandri Estévez Justiz

Tutores: Dr. Orlando Belette Fuentes.
Ing. Francisco Serrano Coello.

AÑO 2010

Pensamiento



“Todo se reduce a un denominador común en cualquiera de las formas en que se analice: al aumento de la productividad en el trabajo, base fundamental de la construcción del socialismo y premisa indispensable para el comunismo”

Ernesto “ché” Guevara

Dedicatoria



Dedico este trabajo a toda mi familia, a mis amigos y compañeros, a la revolución, a todos aquellos que de una forma u otra aportó un grano de confianza y seguridad durante todo este tiempo. Y una dedicatoria especial a mi mamá y mi papá, mi abuela y mi esposa, que han sabido darme el apoyo y la fuerza para llegar a donde estoy.

Agradecimiento



Agradezco eternamente el esfuerzo, la dedicación y la preocupación de mis queridos padres, mi abuela y familia en general.

Agradecerles al Ing. Francisco Serrano Coello y al Dr. Orlando Belete Fuentes tutores de este trabajo que hicieron posible su desarrollo exitoso.

A todos mis compañeros de aula, a mis amigos, al claustro de profesores que de una forma u otra han contribuido a mi formación como profesional.

Agradecerles a Yailín Duarte Pérez y a toda su familia en general por el apoyo y la ayuda que me brindaron durante todo mi desarrollo como profesional.

Agradecerle a todos aquellos que trabajan cada día desinteresadamente por mantener una educación gratis y un sistema verdaderamente humano.

Un agradecimiento especial a nuestro Cmdte. en Jefe “Fidel Castro Ruz”.

Resumen



Este trabajo está dirigido a analizar y calcular el proceso de transportación de mineral desde el frente de extracción hasta el proceso industrial y determinar los cuellos de botella.

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron diferentes pruebas a todo el equipamiento minero en las principales actividades de producción de la mina para determinar la productividad y efectividad del sistema de Extracción-Acarreo y Transportación del mineral a fábrica.

Se determinaron en las diferentes actividades productivas las principales deficiencias que afectan la producción de la mina y se propusieron medidas correctoras.

Abstrac.



This work is directed to analyze and to calculate the process of mineral transportation from the extraction front until the industrial process and to determine the bottle necks.

For the development of this work they were carried out different tests to the whole mining equipment in the main activities of production of the mine to determine the productivity and effectiveness of the system of Extraction-transporting and Transportation from the mineral to factory.

They were determined in the different productive activities the main deficiencies that affect the production of the mine and measured proofreaders intended.

Índice.

Índice	6
Introducción:	9
Desarrollo:	13
Capítulo I: Caracterización Geográfica y Económica de la Región	13
I.1: Ubicación Geográfica del Yacimiento Pinares.....	13
I.2: Clima y Vegetación de la Región.....	13
I.3: Caracterización Geológica del Yacimiento.....	14
I.3.1: Grado Serpentinización.....	15
I.4: Minerales útiles de la región.....	15
I.5: Caracterización de la corteza de intemperismo.....	16
I.6: Características Hidrogeológicas del Yacimiento.	17
I.6.1: La Influencia en la constitución geológica.....	18
I.7: Relieve.....	18
I.8: Clima.....	18
CAPITULO II: Caracterización del Esquema Tecnológico en Mina Pinares	19
II.1: Trabajos de preparación minera en yacimientos lateríticos.....	19
II.2: Labores de extracción y transporte automotor en Mina Pinares.....	20
II.2.1: El transporte minero.....	22
II.3: Caracterización del conjunto excavadora – camión en Mina Pinares.....	23
II.4: Factores que determinan la elección del equipo.....	24
II.5: Esquema Tecnológico de la Transportación por Bandas:	24
II.5.1: Descripción del Flujo Tecnológico.....	25
II.5.2: Condiciones de régimen tecnológico normal.....	27
II.5.3: Características Técnicas de las Instalaciones.....	27
Capítulo III: Análisis y Cálculo de los sistemas de transportación de la Mina Pinares de Mayarí.	30
III.1: Régimen de Explotación Actual.....	30
III.2: Equipamiento Minero existente (Actualizado Marzo 2010).....	31
III.3: Características de los Equipos existentes en la Mina.....	31
III.3.1: Características técnica de los camiones volvo A40D.....	31
III.3.2: Características técnica de los camiones Terex.....	33
III.3.3: Caracterización técnicas de las retroexcavadoras Liebherr.....	34
III.4: Cálculo de Productividad.	35
III.4.1: Cálculo de Productividad Teórica de las Retroexcavadoras para la actividad de escombreo.....	35
III.4.2: Cálculo de Productividad del Conjunto Excavadora-Camión. Productividad de la retroexcavadora Liebherr R974	36
III.4.3: El escombreo utilizando retroexcavadora Hyundai, con capacidad del cubo; $V_c = 3.2m^3$	43
III.4.4: El escombreo utilizando retroexcavadora Volvo, con capacidad del cubo; $V_c = 4.8m^3$ y camión Volvo en el Bloque HV-87.....	49

III.5: Cálculo de Productividad Teórica de las Retroexcavadoras para la actividad de Extracción. -----	57
III.5.1: La Extracción utilizando retroexcavadora Volvo, con capacidad del cubo; $V_c = 4.8m^3$.-----	57
III.5.2: La Extracción utilizando retroexcavadora Liebherr, con capacidad del cubo; $V_c = 4.6m^3$.-----	63
III.6: Transportador de Banda (Instalación):-----	71
III.7: Transporte Ferroviario: -----	73
III.7.1: Productividad del Transporte Ferroviario (actual).-----	77
III.7.2: Productividad del Transporte Ferroviario (nueva propuesta):-----	78
III.8: Cuellos de Botellas determinados para cada actividad productiva de la Mina Pinares de Mayarí.-----	79
CAPITULO IV. Valoración Económica. -----	83
IV-1: Cálculos económicos para los trabajos de Escombreo y Extracción.....	83
IV.2: Gastos directos generales-----	85
IV.3: Gastos Indirectos-----	85
IV.4: Gastos Totales-----	85
CAPITULO V. Protección e higiene del trabajo y mitigación de impactos ambientales. -----	86
V.1: Protección e higiene del trabajo.-----	86
V.2: Medidas generales de seguridad.-----	87
V.3: Protección del personal.-----	88
V.4: Instrucciones generales-----	89
V.5: Mitigación de impactos ambientales.-----	89
Conclusiones. -----	92
Recomendaciones. -----	93
Bibliografía -----	94
Anexos. -----	95

Producir más, con calidad y eficiencia.

Introducción.



La industria minera en cualquier país del mundo aporta a la economía cuantiosos recursos que complementan el desarrollo de la ciencia en sus diferentes ramas. La industria niquelífera cubana, busca alternativas y variantes para lograr un trabajo más productivo y eficiente, por lo que se realizan diferentes investigaciones relacionadas con el proceso de extracción, transporte, beneficio y procesamiento metalúrgico de las lateritas (Belete, 2000).

La metodología de cálculo empleada hasta la actualidad en los yacimientos lateríticos cubanos, aún más, la metodología aplicada para la determinar la productividad de los equipos de arranque-carga y transporte en las diferentes minas y canteras a cielo abierto, no tienen en cuenta el complejo excavadora-camión como un todo, sino que los cálculos se realizan partiendo de las características técnicas de cada uno de ellos adaptadas a las condiciones concretas de trabajo, esto quiero decir, que durante la determinación del tiempo de ciclo para la carga de un camión y la espera de otro en el frente no se tenía en cuenta, sino que se utilizaba un coeficiente que no respondía estrictamente a los valores de productividad proyectados en cada turno de trabajo (Estenoz, 2001).

La sincronización de las labores de arranque-carga-transporte del mineral, se debe comportar en estas minas como una mecanización compleja, como una de las vías más importante para aumentar la producción.

En la elección de las máquinas que integran este complejo de equipos, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Los eslabones tecnológicos: Excavación-Carga-Transporte.

- Potencia del equipo que conforma el complejo.
- Duración máxima del proceso productivo con un número menor de puntos de carga.
- Correspondencia de la productividad de la excavadora con el camión.
- Utilización completa del tiempo de turno para el cumplimiento del régimen de trabajo, el número de gastos de tiempo por interrupciones durante las operaciones de trabajo y las maniobras de las máquinas.

El esquema de la mecanización compleja para los trabajos de extracción-transportación que se utiliza en la Mina Pinares de Mayarí es Excavadora-Transporte automotor, transportación por medio de bandas transportadoras y finalmente el uso del transporte ferroviario.

Para integrar la metodología de esta problemática, se consideran los principales factores que influyen en la capacidad de la cuchara de la excavadora y la cama del camión, según la distancia de transportación del material.

Entre los factores que se deben considerar se encuentran:

- Características técnicas de los equipos y su rendimiento.
- Distancia de transportación del mineral.
- Variación de la productividad de la excavadora por diversas razones.
- Calidad de los flujos de menas desde los frentes y hacia la planta de preparación del mineral.

Este análisis permite hacer una determinación más detallada de la productividad en las operaciones de arranque, carga y transporte (Xiribimbi, 1999).

Determinación del problema, objeto y objetivos.

Diversos autores han propuesto metodologías para el análisis y cálculo de la productividad del transporte minero en la Minería a Cielo Abierto.

Problema Científico:

Necesidad de analizar y calcular el proceso de transportación de mineral desde el frente de extracción hasta el proceso industrial y elevar la eficiencia operativa del equipamiento de carga-acarreo a niveles superiores en correspondencia con la tecnología utilizada.

Objeto de estudio

Equipamiento de carga-acarreo-transportación en la Mina Pinares de Mayarí.

Campo de acción.

El arranque-carga-transportación de mineral como base fundamental del proceso productivo de la Mina Pinares de Mayarí.

Objetivo general:

Analizar y calcular el sistema de transportación de la mina Pinares de Mayarí para lograr mediante acciones concretas el incremento de la eficiencia por componentes del proceso productivo.

Objetivos específicos:

- Recopilar y analizar toda la información primaria disponible.
- Describir el marco real en el cual se materializa cada una de las actividades del proceso productivo.
- Medición directa de ciclo por eslabones del sistema.

- Determinación de la estructura de afectaciones (transporte automotor, transporte por bandas y transportación ferroviaria).
- Análisis de idoneidad del complejo Excavadora- Camión empleado actualmente en las operaciones mineras.

Hipótesis:

Si se analiza el sistema de transportación de minerales desde los frentes de extracción hasta la parte industrial revelando los cuellos de botella, entonces se estará en condiciones de materializar la más correcta y objetiva planificación de la transportación hasta el proceso.

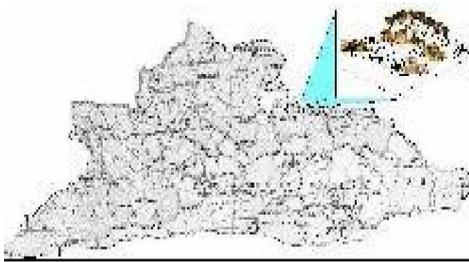
Estructura de la tesis.

La tesis presenta la siguiente estructura: introducción, cuatro capítulos, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Desarrollo.

CAPITULO I: Caracterización Geográfica y Económica de la Región.

I.1: Ubicación Geográfica del Yacimiento Pinares.



El yacimiento Pinares de Mayarí, conjuntamente con el Yacimiento Nicaro conforman la base de materia prima mineral de la empresa del níquel “René Ramos Latour”, ubicándose éste en la parte nordeste de la porción oriental de Cuba, actual provincia de Holguín en el municipio de Mayarí, según se muestra a continuación.

El yacimiento se encuentra de las coordenadas geográficas:

20° 29' y 20° 38' de latitud Norte y 75° 42' y 75° 54' de longitud Este.

En coordenadas nacionales equivalen a los límites:

Este 603 000 a 621 000 Norte 195 000 a 216 000.

I.2: Clima y Vegetación de la Región:



En la región predomina un clima subtropical, como en todo el territorio nacional. La meseta se caracteriza por temperaturas ambientales inferiores a la media de las llanuras circundantes, así como posee una humedad relativa mayor que en los alrededores.

Se distinguen dos periodos de lluvias, uno entre los meses de Mayo a Julio y el otro de Noviembre a Diciembre. Dichos periodos se alternan con los de sequía, de Enero a Abril y de Agosto a Octubre siendo el promedio anual de

precipitaciones es de 2300 a 2700 mm, y la humedad relativa media del aire del 70% al 79%, pero en periodos de lluvias alcanzan valores entre 82% a 85%.

La vegetación predominante en esta zona, es considerada dentro del archipiélago cubano como la más rica en táxones infragenéricos autóctonos (Alaín, 1964 y Bisse 1988; citados por Borhidi (1996). Samek (1967), citado por Borhidi (1996), enfatizó en el gran endemismo local y señaló la existencia de incluso géneros endémicos. Con posterioridad Borhidi (1985), describió más ampliamente estos aspectos.

I.3: Caracterización Geológica del Yacimiento.

Generalidades:

Los Yacimientos Pinares de Mayarí y Nicaro forman parte del grupo de Yacimientos de Corteza de Interperismo Ferro-Niquelíferos-Cobálticos del Norte de la región Oriental de Cuba, los cuales se han desarrollado a partir de las ultrabasitas serpentinizadas de los macizos montañosos Nipe - Cristal - Baracoa perteneciente al cinturón hiperbasítico de Cuba. (Serrano, 1995).

En el yacimiento Pinares de Mayarí se observa dos dominios geológicos dentro de la corteza de interperismo de la meseta.

El primer dominio geológico esencialmente laterítico, mientras que el segundo laterítico –saprolítico, por lo que este último es mayor la probabilidad de contaminación por el piso del depósito mineral con material nocivo al proceso tecnológico. Las rocas madres que dieron origen a la corteza de interperismo son mafitas (gabroides) meteorizadas.

Estas manifestaciones se corresponden con diques y cuerpos alargados de gabroides ofiolíticos (generalmente, diabasas, doleritas, y también micro gabros hasta dioritas) existentes en este macizo. Esto condiciona la necesidad de realizar una explotación con un control de campo en el entorno de los pozos

afectados por este concepto los intervalos con mafitas meteorizadas constituyen material contaminante al proceso tecnológico

I.3.1: Grado Serpentinización:

La serpentinización regional, se encuentra representada en los yacimientos por la fase lizardítica que corresponde con la fase de los esquistos verdes, aunque existen alteraciones locales en las ultramafitas. Ellas están relacionadas con las fases crisotílicas y antigoríticas, que generalmente afectan a las ultramafitas que han pasado a la fase lizardítica regional.

El grado de serpentinización para el macizo se clasifica de acuerdo al estudio petrográfico, como moderado, aunque en áreas locales es muy intenso. Este proceso se ha extendido tanto a las rocas ultrabásicas como a las rocas básicas.

I.4: Minerales útiles de la región.

Los minerales característicos de las formaciones de Corteza de Intemperismo del Grupo de Yacimientos Pinares de Mayarí y yacimiento Nicaro, los que constituyen la fuente de suministro de materia prima al proceso industrial, son los más representativos:

Las Cromitas, aunque declaradas como agotadas, no deben ser descartadas, pues recientes estudios realizados sobre más de 30 pequeñas manifestaciones meníferas, revelan sus potencialidades de uso industrial.

Existen manifestaciones de Corteza Bauxísticas relacionadas con pequeños cuerpos de Gabros, y mezcladas con la corteza de Intemperismo de las ultrabásitas, pero su extensión no es apreciable.

Las Colas del proceso industrial representan una fuente potencial de materia prima para futuros proyectos metalúrgicos y de comercialización.

Las Calizas que afloran en la región, por su posible utilización como fundentes, además del uso que se le da en la construcción, constituyen manifestaciones de importancia en este marco.

I.5: Caracterización de la corteza de intemperismo.

La Corteza de Intemperismo son formaciones geológicas continentales que se forman como resultado de la acción de agentes físicos, químicos y biológicos, con la formación de nuevos minerales estables en las condiciones termodinámica de la superficie terrestre. En estas cortezas se encuentran los llamados Yacimientos de Intemperismo.

El perfil del yacimiento está compuesto por cuatro zonas principales:

La primera zona presenta una coloración marrón oscura con abundantes concreciones de óxidos e hidróxidos de hierro. Frecuentemente estas concreciones están cementadas entre sí por material ferruginoso, de composición similar a la que forma las propias concreciones, dando lugar al crecimiento de bloques o “planchas” de variadas dimensiones, que pueden llegar a alcanzar varias toneladas de peso. La potencia de esta zona es, como en las restantes, muy variada, pudiendo alcanzar desde uno hasta varios metros de espesor. En casos extremos, de poca extensión lateral, alcanza 20 m y aún más, siendo esta zona superior de la corteza a la vía de entrada del agua de infiltración en las épocas de lluvia así como la zona de evaporación en las épocas de seca, por lo que está sujeta al movimiento ascendente y descendente de las soluciones portadoras de minerales de (Fe) y (Al) que se redepositan en este proceso como hidróxidos muy estables, dando lugar a la formación de las concreciones y bloques de concreciones cementadas. En la parte inferior de esta zona, las concreciones van siendo más pequeñas y menos numerosas, predominando el material terroso de coloración similar.

La segunda zona, que sigue a la anterior en profundidad, está formada por un material de carácter terroso, con un creciente contenido de humedad, en el que predomina la coloración parda – amarillenta. La potencia de esta zona puede variar también mucho, no siendo extrañas áreas con 20 m o más.

La tercera zona, está compuesta predominantemente por serpentina descompuesta, cuya coloración y consistencia varían en relación con su grado de alteración. Conjuntamente con ella se presentan grietas y bolsones con material laterítico. Esta zona resulta más irregular en cuanto a potencia, aunque no alcanza las anteriores.

Las rocas serpentínicas descompuestas van pasando a rocas duras y compactas, de las que se derivan, las que presentan frecuentemente numerosas grietas rellenas con silicato de magnesio hidratado, de color blancuzco a verdoso, con una participación variable del (Ni) en los mismos. Estos minerales de relleno de grietas se forman a expensas de la sílice, el magnesio y el níquel disueltos en los niveles superiores durante el proceso de intemperismo.

La cuarta zona es la roca madre, que es verdosa y compacta y se extiende con profundidad hasta niveles indeterminados. Localmente puede estar ausente alguna de las zonas descritas. Es posible, por ejemplo, que en un área determinada no esté presente la zona de concreciones, mostrándose directamente en la superficie la zona de lateritas parda – amarillenta, lo que en ocasiones puede explicarse como un efecto de la erosión de los materiales presentes normalmente en la zona superior.

I.6: Características Hidrogeológicas del Yacimiento.

Las manifestaciones hidrogeológicas en dicho yacimiento están dadas por tres factores principales:

- La influencia de la constitución geológica
- El relieve
- El clima

I.6.1: La Influencia en la constitución geológica.

Las aguas subterráneas están asociadas a las lateritas y a la zona de fisuración próxima a la superficie de serpentinas y depósitos aluviales. Esta agua de las lateritas es de capas intersticiales con una superficie libre del nivel, mientras que la serpentina se relaciona con la mayoría de las zonas fisuradas y degradadas. De esta forma se crean las condiciones favorables para la inundación de las rocas, considerando las lateritas y serpentinas como un complejo acuífero único, al no presentar un límite de rocas impermeables entre ellas.

I.7: Relieve.

La caracterización del relieve de pendientes irregulares brinda la posibilidad del drenaje de las aguas superficiales y del manto freático. Ello también permite la materialización de las labores de extracción en función de la eliminación de las aguas del espacio a laborear.

I.8: Clima.

De los factores climáticos, las precipitaciones atmosféricas son las que más influyen en las condiciones hidrogeológicas. En los períodos de lluvias las precipitaciones se manifiestan con carácter de aguaceros que ocurren con bastante rapidez y frecuencia. Parte de las precipitaciones se escurren rápidamente alimentando la red fluvial y otras se infiltran, aumentando el nivel de las aguas subterráneas. En general esto no constituye un factor adverso de gran significación para la ejecución de las labores de preparación y extracción del mineral.

CAPITULO II: Caracterización del Esquema Tecnológico en Mina Pinares.

Introducción:

A continuación, de forma breve y sintetizada expondremos la secuencia de labores que componen la cadena productiva de la UEB Minas de la Empresa “Comandante René Ramos Latour” de Nicaro donde se efectuaron las investigaciones que dieron origen a nuestro trabajo.

II.1: Trabajos de preparación minera en yacimientos lateríticos.

Los trabajos de Preparación consisten en una serie de actividades para la creación de condiciones mínimas para acometer las labores básicas de la minería. Los componentes fundamentales se resumen a continuación:

El desbroce: no es más que la eliminación de la capa vegetal del área a minar, realizándose ésta fundamentalmente con Bulldozer. En la operación de desbroce se utiliza el Bulldozer para eliminar la capa vegetal (30-40) cm.

El Escombreo: no es más que la extracción del horizonte que por sus características no forma parte del mineral de balance con el objetivo de descubrir la capa mineral aprovechable. Esto se realiza por medio de equipos específicos de excavación, corte, transporte y descarga del material. Entre los equipos utilizados para esta operación contamos con Retroexcavadoras y Camiones de volteo articulados (Volvo A40D). La operación de escombreo se lleva a cabo en un régimen de trabajo de 24 horas. Esta actividad no responde a la planificación de la mina en variadas ocasiones, incumpliendo su plan de producción, debido fundamentalmente al insuficiente equipamiento que se destina realmente para la misma y las difíciles condiciones de las escombreras hacen imposible la productividad de la actividad.



(Fig.1)

Control Topográfico: Una vez realizado el destape del mineral se toman las mediciones topográficas necesarias con el objetivo de determinar si el escombrecimiento se materializó con la calidad exigida: la calidad del escombrecimiento está dado por la pérdida o el empobrecimiento del mineral.

Operaciones auxiliares: La preparación minera concluye cuando se eleva a listas las reservas mediante la construcción de una red de caminos mineros dentro del área que facilite el acceso de las excavadoras y los camiones de tiro de mineral. En la Mina se construyen caminos denominados principales y secundarios; los primeros poseen en la mayoría de los casos una vida de servicio igual a la de la Mina o grupo, es decir, tienen un carácter definitivo hasta el agotamiento de las reservas; los caminos secundarios poseen un carácter transitorio en comparación con los principales, es decir, su vida de servicio está dada por el agotamiento de las reservas de cada bloque.

Esta operación se lleva a cabo en un régimen de trabajo de 12 horas por una brigada de mantenimiento de caminos. El mantenimiento de los caminos principales, secundarios y de acceso a las diferentes áreas de extracción permite operar simultáneamente en varios frentes, por falta de equipamiento para esta operación no se logra la calidad requerida de los caminos mineros.

II.2: Labores de extracción y transporte automotor en Mina Pinares.

Extracción y carga a camiones: Es el conjunto de operaciones que permiten el arranque de la masa minera y su traslado o acarreo hasta los depósitos o puntos de descarga a otro tipo de transporte. Las retroexcavadoras extraen el mineral y lo cargan a camiones bajo la orientación y supervisión permanente del personal técnico de las minas, que se apoyan en los documentos gráficos (Ordenes de Extracción, cuadrículas de campo y otros) y los recursos topográficos para materializar controles de calidad a trabajos en los cortes. La operación de extracción minera se lleva a cabo en un régimen de trabajo de 24 horas. Partiendo de una falta de reservas técnicamente listas, debido al atraso acumulado durante años en la actividad de escombrecimiento, se extraen minerales en zonas con alta variabilidad de los parámetros de calidad,

que se alimentan a la Planta, solo se lleva a cabo una mezcla de diferentes frentes que al no cumplir con las proporciones exactas en muchas ocasiones altera la calidad de la MENA alimentada, influyendo negativamente en el proceso metalúrgico.

Transportación interna por camiones: Traspaso desde depósitos intermedios de almacenamiento): Los depósitos que operan en la mina son depósitos de almacenamiento de mineral ya que en estos se llevan a cabo procesos de mezclado, de prehomogeneización y homogeneización de las menas que se depositan en ellos, esta operación solo constituye una opción para los casos de lluvia, malas condiciones de los frentes de extracción, agotamiento de las reservas y para evitar falta de mineral.

El almacenamiento de mineral en estos depósitos tiene como objetivo fundamental la satisfacción de la demanda de materia prima de la Planta Metalúrgica en los períodos de lluvia, pero la mena almacenada que ya fue muestreada en una ocasión se vuelve a muestrear, lo que trae consigo el aumento de los costos de la actividad, por lo que es necesario que el mineral depositados en estas áreas deben de estar bien clasificadas y ubicadas para su posterior uso.

La transportación interna desde los frentes de extracción hasta los depósitos de la mina o al transportador se realiza por medio de los camiones, a través de una red de caminos principales (10 hasta 12 metros de ancho), secundarios y de minería (8 a 10 metros) según sus funciones y durabilidad. Esta transportación es efectuada, en el caso de Mina Pinares, por una flota de camiones Terex.

Beneficio Primario: Las labores de explotación continúan con el prebeneficio del mineral por medio de un cribado previo en el punto inicial (P0) de la instalación (Transportador) con aberturas de 150 a 180mm, que se encarga de separar el material o rocas fuera de dimensión u otros elementos, denominados rechazo.

Además de P0, tenemos otros puntos de alimentación a la instalación, P1, y un depósito en P4 que se utiliza para derivar (carga directa con cargadores a los vagones en caso de averías de la instalación).

Transportación de minerales a la Fábrica:

La transportación final del mineral desde los yacimientos hasta el proceso industrial es mediante vagones de 50 TM de capacidad bruta, con tracción por locomotoras sobre ramales ferroviarios de 30 Km. De extensión hasta el depósito central de la planta para su homogenización y alimentación.



(Fig.2)

II.2.1: El transporte minero.

El transporte minero es determinante en los resultados de la producción minera. Este, incluye todas las actividades y las instalaciones que sirven para transportar el mineral desde el lugar de extracción hasta la planta procesadora del material.

Este transporte trabaja en condiciones muchos más difíciles en comparación con el transporte en otras ramas de la producción industrial. Estas circunstancias ejercen una gran influencia sobre las instalaciones relacionadas con este, tanto desde el punto de vista constructivo, como los de servicio y organización.

El aumento del nivel técnico – económico de las empresas mineras es uno de los rasgos fundamentales para asegurar el crecimiento de la producción de trabajo. La reducción de costos en el transporte puede alcanzarse a través de una concentración consecuentemente de la explotación, un sistema de transporte idóneo y medidas técnicas – organizativas para el aprovechamiento efectivo de las instalaciones, así como el perfeccionamiento de la mecanización y la introducción de la automatización.

La minería de este yacimiento laterítico puede clasificarse en cuanto al uso de equipamiento de todo tipo (perforadoras, bulldozer, motoniveladoras, retroexcavadoras, cargadores frontales, camiones, Transportadores de banda, locomotoras y vagones y ramales ferroviarios. Esto implica una alta complejidad al desarrollo de la transportación que en definitiva debe garantizar el acarreo tanto interno como externo de la masa minera acorde con las exigencias industriales.

II.3: Caracterización del conjunto excavadora – camión en Mina Pinares.

Tradicionalmente para la extracción, carga y transporte interno del mineral en las minas, con el empleo de la minería a cielo abierto ha predominado el uso del conjunto básico excavadora – camión. Como en cualquier modalidad de la minería, la elección de ambos equipos está en correspondencia con una mutua interacción de capacidades y características de integración. A su vez sus dimensiones geométricas de capacidades así como en su flexibilidad de uso y el grado de autonomía para su traslado son factores determinantes para su elección.

Se ha demostrado la racionalidad del uso de retroexcavadoras y excavadoras de arrastre y camiones que sintetizan versatilidad de arranque y carga con uso de potencias adecuadas, dimensiones geométricas que minimicen labores de acceso y afectaciones al medio por tal concepto.

En el caso específico de los camiones además de su capacidad de vencer grandes pendientes se exige resistencia y maniobrabilidad que se revierte en alto grado de independencia operativa.

En los tiempos ha ganado terreno en la práctica mundial empleo de equipos más económicos, versátiles y flexibles por su autonomía, potencia, movilidad, fortaleza y posibilidad de trabajar en condiciones de gran irregularidad topográfica

En la minería de nuestros yacimientos Lateríticos, se han incrementado las retroexcavadoras de pequeñas a medianas dimensiones las cuales sostienen cubos de 3 a 5m³ de capacidad y alcanzan profundidades de excavación de 6 a 10metros.

II.4: Factores que determinan la elección del equipo.

Para la adquisición de una flota adecuada de camiones una condición imprescindible es la realización de un profundo análisis en una serie de factores que determinan su uso más racional.

Entre los referidos factores que se deben tener en cuenta, los más significativos son:

Tipo de material y sus propiedades físico – mecánicas.

- Distancia de transportación.
- Condiciones de acceso vial. (Uso por carretera o fuera de carretera).
- Capacidad portante (Resistencia) del terreno.
- Volumen de material a transportar.

II.5: Esquema Tecnológico de la Transportación por Bandas:

Breve descripción técnica

El complejo de Transportadores que integran el de Pinares de Mayarí arribó a sus tres años de explotación. Lo componen 9 transportadores, de los cuales tres presentan algunas complejidades que lo diferencian notablemente con relación a los demás.

El Transportador de mayor dificultad es el curvo C04 que presenta una longitud entre ejes de 4750m con un ancho de banda de 1000mm y una resistencia de 3150Kg. / cm., comandado por sofisticados variadores de frecuencia regenerativo los cuales tienen la función de arrancadas y paradas suaves, el cual se ha visto afectado desde su puesta en marcha a la interrupción

exagerada del suministro de energía eléctrica y por paradas de emergencia que por objetos extraños o por nivel mineral en la tolva han realizado los operadores, lo cual se comporta en un frenado brusco e instantáneo al actuar los frenos de discos acoplados en sus 4 transmisiones producto de que su frenado es regenerativo, que frena con la impedancia de la línea. De esta forma se ocasionan golpes de tensiones no uniformes que directamente repercuten en la banda transportadora así como sus puntos más débiles: los empalmes.

Es preciso recordar que este transportador tiene un radio de curvatura de 3000 mts y desciende desde la altura de la meseta de Pinares a unos 600 mts sobre el nivel del mar hasta el punto 3 situado a unos 40 mts sobre el nivel del mar.

II.5.1: Descripción del Flujo Tecnológico.

El transportador Pinares de Mayarí, se destina para el transporte de mineral laterítico de níquel desde la meseta Pinares de Mayarí hasta Piedra Gorda con una productividad de 800 t/h y una longitud total de 11 Km., divididos en varias secciones que lo constituyen una planta de cribado, varios transportadores incluyendo uno curvo y una estación de ferrocarril para el llenado de los vagones que transportan el mineral hasta la fábrica de níquel situada en Nicaro.

A la planta de cribado llegan los camiones y depositan el mineral a la tolva de recepción con capacidad estimada en 200 toneladas métricas que tiene situada una parrilla para granulometría 500 mm. En esa área se sitúa una tenaza hidráulica con motor de 36 Kw. para las labores auxiliares. En la parte baja e interior de la tolva receptora de mineral se desplaza la denominada cinta de placas A01 con motor de 90 Kw. situado en la cabeza y que deposita todos los componentes minerales a una zaranda o criba vibrante con abertura máxima de 150mm. y movida por un motor de 36 Kw. que deposita las rocas en el transportador de rechazo **C01** con 92m de largo y es movido por un motor de 26 Kw. situado en la cola.

El mineral beneficiado cae desde la criba al transportador **C02.1** de 126 m longitud y es movido por un motor de 54 Kw. en la cabeza. Este deposita en el transportador de la meseta **C02/C03** con largo total de 4.54 Km. que aunque es recto no deja de ser complejo debido a la geografía del terreno y donde se hace sinusoidal. Este transportador es movido por dos motores de 190 Kw., uno en la cabeza y el otro en la cola y la alimentación de estos al igual que la del resto de la parte de fuerza es de 440 V, no siendo así la parte de climatización que es de 220 V y esta a su vez es la que se utiliza para los transformadores de la parte de señal que son de 24 V y 60 V.

El transportador C03.1 es un transportador que se le incorpora a la criba vieja y que deposita el mineral en el C02/C03 donde se sitúa el sistema de báscula para el pesaje de mineral que regula y mantendrá siempre las 800 t/h. Este transportador lleva un motor de 44 Kw. en la cabeza. El transportador curvo C04 posee 4 motores de 190 Kw. y es movido sólo por la cola. Estos no se alimentan directamente de la red, sino a través de convertidores de frecuencias del tipo ACS 800-07/U7 (45 a 560) Kw. para controlar motores de CA, al igual que en el transportador C02/C03. Este transportador es el más largo; con longitud de 4,75Km. comienza en la meseta y hace una curva con un radio de 3Km. y termina en el patio ferroviario en Piedra Gorda en la estación de vagones, donde está el transportador final C05 desplazante (de movimiento axial) con el objetivo de llenar las dos estaciones de llenado y se mueve por la cabeza con un motor de 132 Kw. siendo su longitud de 760m y deposita en los transportadores **C07.1** y **C07.2** de 9m de largo con motores de 55 Kw. cada uno que depositan el mineral en tolvas de llenado de los vagones de cargas y consta de sensores de llenado que siempre le indican al operador el volumen de mineral que hay en existencia.

II.5.2: Condiciones de régimen tecnológico normal.

Tabla 1: Condiciones de régimen tecnológico normal.

Operación	Transportación de Mineral
Clima	Tropical Húmedo
Temperatura	+ 18.2 a 32.5
Humedad Relativa	61 al 90 %
Viento	Máx. 180 Km./horas
Media tensión (alimentación)	34,5kV; 60Hz
Media tensión	6kV; 60Hz
Accionamientos principales y secundarios	460V; 60Hz
Alumbrado y calefacción	380V/220V; 60Hz
Tensiones de control	220V; 60Hz 60V; DC 24V; DC
Capacidad de la Tolva Central	200 TM

II.5.3: Características Técnicas de las Instalaciones.

Tabla 2: Extractor de placas articuladas

Material	Limonita+serpentinás
Granulometría	0÷500 mm
Humedad	36 %
Capacidad	800 TM/h
Motor	1
Potencia motor	90 Kw.

Tabla 3: Transportador C01 (Rechazo)

Capacidad	250 TM/Hr
Velocidad	1.25 m/seg.
Inclinación	19 °
Longitud	92 m
Elevación	15 m
Motor	1
Potencia	26 Kw.
Velocidad	1800 rpm

Tabla 4: Criba

Tipo	Vibratoria
Granulometría para la criba	0÷150 mm
Peso Volumétrico	1.4 TM/ M ³
Temperatura	Ambiente °C
Motor Tipo	Trifásico
Potencia	35 kw.

Tabla 5: Transportador C02.1

Productividad	800TM/Hora
Velocidad	0.5 m/seg.
Inclinación	70 %
Longitud	126 m
Elevación	3.7 m
Motor	1
Potencia	54 Kw.
Velocidad	1800 r.p.m

Tabla 6: Transportador C02/03 (Recto de la meseta)

Productividad	800 TM/Hora
Velocidad	2.3 m/seg.
Inclinación	60 %
Longitud	4545 m
Elevación	110 m
Motor	2 (1 cola y 1 en cabeza)
Potencia	2 X 190 Kw.
Velocidad	1200 r.p.m

Tabla 7: Transportador C03.1

Productividad	800 TM/Hora
Velocidad	2.5 m/seg.
Longitud	135 m
Elevación	4.5 m
Motor	1
Potencia	44 Kw.
Velocidad	1800 r.p.m

Tabla 8: Transportador C04 (Curvo)

Productividad	800 TM/hora
Velocidad	2.5 m/seg.
Inclinación	69 %
Longitud	4750 m
Elevación	480 m
Motor	4 (En la cola)
Potencia	4 X 190 Kw.
Velocidad	1200 r.p.m

Tabla 9: Transportador C05

Productividad	800 TM/Hora
Velocidad	2.5 m/seg.
Inclinación	64 %
Longitud	760 m
Elevación	15.5 °
Motor	1
Potencia	132 Kw.
Velocidad	1800 r.p.m

Tabla 10: Transportadores C07.1 y C07.2 (Extractores de mineral en las tolvas)

Productividad	800 TM/Hora
Velocidad	3 m/seg.
Longitud	9 m
Motor	1 x c/un
Potencia	55 Kw.
Velocidad	1800 r.p.m

Nota: el esquema tecnológico de la instalación podemos observarlo en el *Anexo 1*.

Capítulo III: Análisis y Cálculo de los sistemas de transportación de la Mina Pinares de Mayarí.

Introducción:

En este capítulo se hará una breve explicación de cada sistema de transportación y acarreo por orden de operación antes de adentrarnos al cálculo de cada uno de ellos.

III.1: Régimen de Explotación Actual.

Las operaciones mineras actuales están organizadas por la Subdirección de Minas de la forma siguiente:

1. Exploración geológica.
2. Desbroce.
3. Construcción de caminos.
4. Destape.
5. Extracción.
7. Transportación.
8. Traspaso.
9. Beneficio previo del mineral.

Principales Operaciones Mineras Actuales.

1. Escombreo.
2. Extracción minera.
3. Operaciones auxiliares.
4. Traspaso desde depósitos intermedios de almacenamiento.

III.2: Equipamiento Minero existente (Actualizado Marzo 2010).

Tabla 11: Equipamiento minero existente en la mina Pinares de Mayarí.

Nº	Equipamiento	Parque de Equipos
1	Retroexcavadora Volvo	1
2	Retroexcavadora Liebherr	2
3	Retroexcavadora Hyundai	2
4	Camiones Volvo A40D	4
5	Camiones Terex	5
6	Cargador Volvo	1
7	Cargador Hyundai	1
8	Bulldozer	5
9	Motoniveladora	2
10	Camión Pipa (Combustible).	1
11	Pipa de Riego de Agua	2
12	Perforadora	1

III.3: Características de los Equipos existentes en la Mina.

III.3.1: Características técnica de los camiones volvo A40D.

El Volvo A40D, 6 x 6 es un Dumper articulado de 3 ejes de Boggie, con suspensión y capacidad de carga de 37 Ton. Tiene tracción natural en las cuatro ruedas, con tracción acoplable a las 6 ruedas (6 x 6).

1.- El motor: Combustión de diesel.

6 cilindros en línea de cuatro tiempos.

Inyección directa, sobrealimentado con turbocompresor.

Baja emisión de escape.

Enfriamiento de aire de admisión modelo D12 CACEZ.

Velocidad de 650 ± 75 con ralenti y 2100 acelerado (r.p.m.).

Lleva un freno de escape y uno de compresión, para regularse la velocidad.

2.- La transmisión:

Una caja de cambio:

Es totalmente automática y funciona con un convertidor de par, ejecuta dos funciones, calado del convertidor y enclave del **Cok – uo.**

Una caja de reenvió:

Permite usar dos gamas de marcha, alta y baja, así como acoplar un bloqueador longitudinal de los diferenciales.

3 diferenciales:

Funcionan con reductores de cubo y con eje de boggie, que se encarga de acoplar bloqueadores, que sirven para trabajar en terrenos resbaladizos y para obtener máxima potencia.

3.- El sistema de freno: Consta de 5 tipos de freno.

Freno de compresión: Cierra la salida de escape regulando la velocidad en r.p.m. del motor. Freno de escape: Cierra la salida de escape regulando la velocidad en r.p.m. del motor.

Retardador hidráulico: Integrado en la caja de cambios, permite regular la velocidad del motor.

Freno de carga y descarga: A través de un circuito electrónico, aplica los frenos de los dos ejes traseros y sirve como una emergencia para las operaciones de carga y descarga del camión.

Freno de servicio: Son los frenos principales de la máquina.

Freno de estacionamiento: Se utilizan para estacionar el camión.

4.- Sistema de dirección: Es una dirección hidromecánica ya que lleva una bomba hidráulica que depende del motor y una auxiliar que depende del terreno.

5.- Sistema de vasculación:

Es hidráulico.

4 bombas en serie

Un mando de 4 posiciones (subir, retener, bajar y flotante)

Con cilindros de dos pasos.

6.- Puesto de conducción: Consta de una cabina aprobada como cabina de seguridad según las disposiciones del sistema ROPS (protección contra vuelco) y las del sistema FOPS (caída de objetos sobre el techo). Esta dispone de filtros para aire puro y para el sistema de calefacción.

Tabla 12: Características Técnicas del Camión Articulado Volvo A40D.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Máx capacidad de carga (TM)	36.0	Potencia de motor a 2100 r.p.m.(Kw)	309
SAE 2:1 al ras (m ³)	16.3	Velocidad máxima estándar (km./h)	52.6
SAE 2:1 al colmo (m ³)	22.0	Tiempo de subida del volteo lleno (seg.)	15.0
Peso neto del Camión (TM)	30.2	Tiempo de bajada del volteo (seg.)	12.0
Peso bruto del Camión (TM)	65.2	Ángulo de volteo (°)	70

II.3.2: Caracterización técnicas de las retroexcavadoras Liebherr.

Esta máquina ha sido diseñada para uso en condiciones tradicionales como equipo de excavación y carga en diferentes condiciones.

Este es un equipo de alta flexibilidad y maniobrabilidad, el cual puede ser utilizado en múltiples actividades mineras. La misma está dotada de motor, caja de cambios, sistema hidráulico, frenos, cabina de conducción y otros componentes.

1.- Motor: Es un motor Diesel

Marca LIEBHERR.

Modelo D 9408 TI-E,

Tipo de 8 cilindros en V.

Capaz de desarrollar 490 HP a 1800 r.p.m.

De alimentación directa, sobre alimentado con turbo compresores.

2.- Frenos: Tiene un freno engranado en los motores de caminar, los cuales al sacar el pie del pedal de caminar, se aplican automáticamente, también un freno de caseta, que se aplica para frenar la carrera de giro

3.- Puesto de conducción: La cabina tiene una construcción contra vuelco, con asiento ergonómico, ventilación por aire acondicionado con filtro colector de polvo, cuenta con paneles de instrumentos y un sistema de supervisión electrónico.



Para la operación correcta de la máquina, todos los mecanismos y agregados deben trabajar dentro de los parámetros establecidos, dichos mecanismos y agregados son:

(Fig. 4)

- Presión de aceite del motor.
- Presión de aceite hidráulico.
- Temperatura de refrigeración del motor.
- Temperatura del aceite hidráulico.
- Alumbrado de trabajo.
- Estado de las orugas.
- Estado del implemento.

III.3.3: Características Técnicas de la Retroexcavadora Liebherr.

Tabla 13: Parámetros Técnicos

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
Pluma (m)	10.8	Altura máx. en el suelo (punta e dientes) (m)	5.2
Mango (m)	4.1	Altura máxima de vaciado (m)	6.5
Alcance máximo (m)	13.3	Profundidad máx. de excavación vertical (m)	3.5
Alcance máximo en el suelo (m)	12.5	Radio de giro delantero (m)	4.7
Profundidad máx. Excav. (m)	9.9	Capacidad del cubo(m ³)	4.6

Tabla 14: Dimensiones

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UM	MAGNITUDES
Altura con la pluma elevada y la cuchara extendida	m	10.8
Altura del suelo a la boquilla de escape	m	4.1
Altura del suelo a la cabina	m	13.3
Longitud total en la posición de conducción	m	12.5
Ancho Total	m	9.9

III.4: Cálculo de Productividad.

Se realizarán los cálculos de productividad de los equipos existentes en la mina por orden de operación, es decir, primeramente los equipos que participan en el escombreción, los utilizados en la extracción, y finalmente los destinados para la transportación del mineral desde la mina hasta la planta Metalúrgica.

III.4.1: Cálculo de Productividad Teórica de las Retroexcavadoras para la actividad de escombreción.

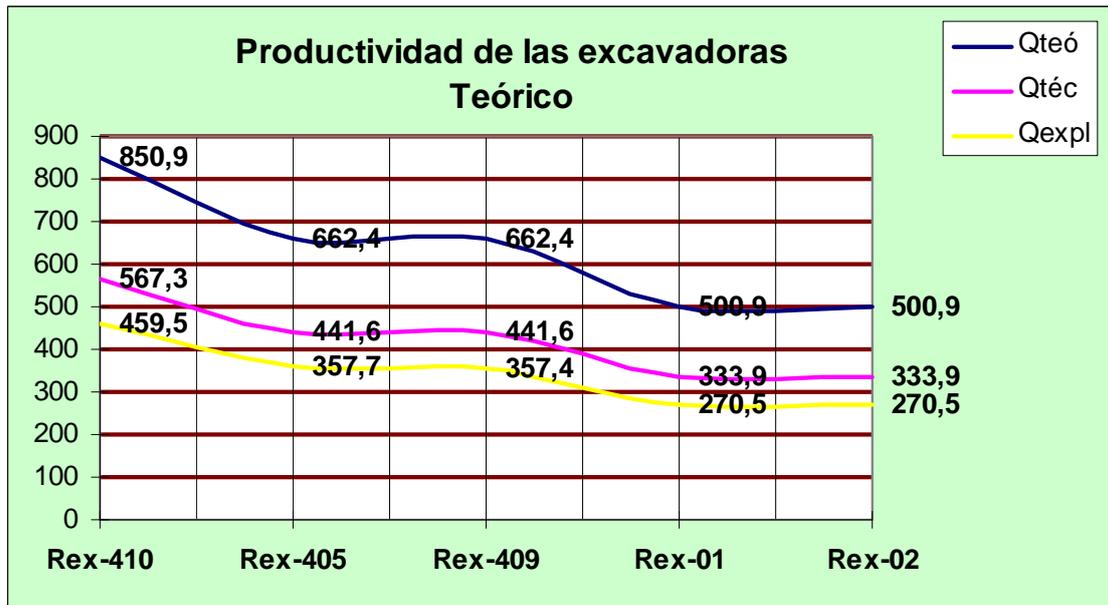
En la Tabla 15 tenemos las productividades teóricas de las excavadoras utilizadas en la actividad de escombreción.

Tabla 15: Escombreción:

Productividad de las Excavadoras			
Rex.	Qteó	Qtéc	Qexpl
Rex-410	850,9	567,3	459,5
Rex-405	662,4	441,6	357,7
Rex-409	662,4	441,6	357,4
Rex-01	500,9	333,9	270,5
Rex-02	500,9	333,9	270,5

Nota: Observaremos en el trabajo abreviaturas tales como: Qteó: productividad teórica; Qtéc: productividad técnica; Qexpl: productividad de explotación; Qret: productividad por hora de la retroexcavadora; Qturno: productividad por turno; Qdía: productividad por día.

Gráfica 1: Productividad Teóricas de las excavadoras utilizadas en la actividad de escombreo.



III.4.2: Cálculo de Productividad del Conjunto Excavadora-Camión.

Productividad de la retroexcavadora Liebherr R974

El escombreo se realiza utilizando retroexcavadora Liebherr, modelo R-974 con capacidad del cubo; $V_c = 4.6\text{m}^3$ y los camiones articulados Volvo A40D.

Productividad por hora:

$$Q_{ret} = 3600 * V_c * K_d * K_u * K_{ll} * K_{up} / T_{cret} * K_e = 196 \text{ m}^3$$

Donde:

V_c = Capacidad del cubo de la retroexcavadora. (4.6 m^3)

K_d = Coeficiente de disponibilidad del equipamiento. (0.9)

K_u = Coeficiente de utilización del equipamiento. (0.5)

K_{ll} = Coeficiente de llenado del cubo de la retroexcavadora. (0.95)

K_{up} = Coeficiente de utilización del parque de equipos. (0.9)

T_{cret} = Tiempo de ciclo de la retroexcavadora. (25 seg.)

K_e = Coeficiente de esponjamiento del escombros. (1.3)

Productividad por turno:

$$Q_{\text{turno}} = H_{\text{turno}} * Q_{\text{ret}}$$

Donde:

H_{turno} = Horas efectivas por turno. (12)

$$Q_{\text{turno}} = 12 * 196$$

$$Q_{\text{turno}} = 2352.5 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad por día:

$$Q_{\text{dia}} = Q_{\text{turno}} * N_t$$

Donde:

N_t = Numero de turnos al día. (2)

$$Q_{\text{dia}} = 2352.5 * 2$$

$$Q_{\text{dia}} = 4705.1 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto:

El índice de consumo de la retroexcavadora en esta actividad es:

$$I_c = C / Q_h$$

Donde:

C = consumo de la retroexcavadora; 75 l/h

Q_h = productividad horaria de la retro; 196 m³/h

$$I_c = 70 / 196$$

$$I_c = 0.36 \text{ l} / \text{m}^3$$

$$I_c / \text{Hr} = I_c * Q_{\text{ret}}$$

$$I_c / \text{HR} = 0.36 * 196$$

$$I_c / \text{h} = 70 \text{ l/h}$$

$$I_c / \text{Turno} = I_c * Q_{\text{turno}}$$

$$I_c / \text{Turno} = 0.36 * 2352.5$$

$$I_c / \text{turno} = 840 \text{ l/turno.}$$

$$I_c / \text{Día} = I_c * Q_{\text{día}}$$

$$I_c / \text{Día} = 0.36 * 4705.1$$

$$I_c / \text{Día} = 1680 \text{ l/día}$$

$Pp =$ Plan de producción diario = 3640.4 m³ / día.

Calculo del equipamiento a utilizar para el escombreo.

$$Nret = Pp / Qdía$$

$$Nret = 3640.4 / 4705.1$$

$$Nret = 0.77$$

$$Nret = 1 \text{ Retroexcavadora}$$

Capacidad real volumétrica del cubo de la retroexcavadora:

$$Qrr = Vc * Kll$$

$$Qrr = 4.37 \text{ m}^3$$

Densidad del escombro suelto o esponjado:

$$\gamma_e = \gamma_s / Ke$$

Donde:

$\gamma_s = 1.2 \text{ t/m}^3$. Masa volumétrica del escombro seco in situ.

$$\gamma_e = 0.9 \text{ t/m}^3$$

Capacidad real de carga del cubo.

$$Qrc = Qrr * \gamma_e$$

$$Qrc = 4 \text{ t}$$

Productividad de los camiones Volvo A40D en la actividad de escombreo.

La productividad se calculará en base a las menores y mayores distancias de acarreo del escombro, en este caso (1Km).

Por tanto:

Cantidad de cubos por camión Volvo BM A40D en cuanto al volumen de la caja.

$$N_{cv} = qv / Q_{rr}$$

Donde:

$qv = 22.5 \text{ m}^3$: Capacidad volumétrica del camión.

$$N_{cv} = 22.5 / 4.37$$

$$N_{cv} = 5 \text{ cubos}$$

Cantidad de cubos por camión Volvo BM A40D en cuanto a la capacidad de carga.

$$N_{cc} = qc / Q_{rc}$$

Donde:

$qc = 37 \text{ t}$. Capacidad de carga del camión.

$$N_{cc} = 37 / 4$$

$$N_{cc} = 9 \text{ cubos}$$

Teniendo en cuenta la baja densidad del material esponjado, optamos por considerar la cantidad de cubos en relación a la capacidad volumétrica del camión, por tanto el número es de 5 cubos.

Capacidad volumétrica real de los camiones:

$$Q_{vrcamion} = N_c * Q_{rr}$$

$$Q_{vrcami3n} = 5 * 4.37$$

$$Q_{vrcami3n} = 22.5 \text{ m}^3$$

Capacidad de carga real de los camiones.

$$Q_{c\text{camión}} = N_c * Q_{rc}$$

$$Q_{c\text{camión}} = 5 * 4$$

$$Q_{c\text{camión}} = 20 \text{ t}$$

Tiempo de carga.

$$T_c = (N_c - 1) * T_{c_{ret}} / 60$$

Donde:

$T_{c_{ret}} = 25$ segundos.

$$TC = (5 - 1) * (25 / 60)$$

$$TC = 1.66 = 2 \text{ min.}$$

Para 1Km (1000 metros)

Tiempo de recorrido cargado

$$Trc = 60 * L / V$$

Donde:

L = Distancia de transportación; L = 1 Km.

V = Velocidad promedio establecida; V = 30 Km/h. (Optamos por tomar como velocidad 28Km/Hr para cuando viaja cargado)

$$Trc = 60 * 1 / 28$$

$$Trc = 2.14 \text{ min.}$$

Tiempo de recorrido vacío

$$Trv = 60 * 1 / 30$$

$$Trv = 2 \text{ min}$$

Tiempo de viaje

$$T_{vc} = T_{rc} + T_{rv}$$

$$T_{vc} = 2.14 + 2$$

$$T_{vc} = 4.14 \text{ min.}$$

Tiempo de ciclo del camión

$$TCC = T_c + T_{rc} + T_{mc} + T_d + T_{rv} + T_{mv} + T_p$$

$$TCC = 2 + 2.14 + 0.5 + 0.5 + 2 + 0.5 + 0$$

$$TCC = 7.64 \text{ min.}$$

Donde:

T_c = Tiempo de carga; $T_c = 2$ min.

T_d = Tiempo de descarga; $T_d = 0.5$ min.

T_{rc} = Tiempo de recorrido cargado; $T_{rc} = 2.14$ min.

T_{rv} = Tiempo de recorrido vacío; $T_{rv} = 2$ min.

T_{mv} = Tiempo de maniobra vacío; $T_{mv} = 0.5$ min.

T_{mc} = Tiempo de maniobra cargado; $T_{mc} = 0.5$ min.

T_p = Tiempo perdido; $T_p = 0$ min.

Productividad por hora del Camión.

$$Q_h = 60 * K_u * Q_{crcamión} / T_{cc}$$

Donde:

K_u = Coeficiente de utilización del camión; $K_u = 0.87$

Q_{cr} = Capacidad de carga real de de los camiones; $Q_{cr} = 20 \text{ t} - 16.6 \text{ m}^3$

$$Q_h = 60 * 0.87 * 16.6 / 7.64$$

$$Q_h = 113.42 \text{ m}^3 / h$$

Productividad por turno del camión.

$$Q_{turno} = Q_{hora} * H_{et} * K_d * K_{ue}$$

Donde:

Het = Horas efectivas por Turno; Het = 12 h.

Kd = Coeficiente de disponibilidad del equipo; Kd = 0.9

Kue = Coeficiente de utilización del equipo; Kue = 1

$$Q_{\text{turno}} = 113.42 * 12 * 0.9 * 1$$

$$Q_{\text{turno}} = 1224.94 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad diaria del camión.

$$Q_{\text{día}} = Q_{\text{turno}} * C_t$$

Donde:

Ct = Cantidad de turnos por día; Ct = 2

$$Q_{\text{día}} = 1224.94 * 2$$

$$Q_{\text{día}} = 2449.87 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto

$$I_c = C / Q_h$$

$$I_c = 21.41 / 113.42$$

$$I_c = 0.19 \text{ l} / \text{m}^3$$

Donde:

Ic = índice de consumo del camión

C = consumo por hora del camión; l/h; (21.41)

Qh = productividad por hora del camión; (113.42).

$$C_{\text{turno}} = I_c * Q_{\text{turno}}$$

$$C_{\text{turno}} = 0.19 * 1224.94$$

$$C_{\text{turno}} = 232.74 \text{ l} / \text{turno}$$

$$C_{\text{día}} = I_c * Q_{\text{día}}$$

$$C_{\text{día}} = 0.19 * 2449.87$$

$$C_{\text{día}} = 427.5 \text{ l} / \text{día}$$

III.4.3: Cálculo para el escombreción utilizando retroexcavadora Hyundai, con capacidad del cubo; $V_c = 3.2 \text{ m}^3$.

Productividad por hora:

$$Q_{ret} = 3600 * V_c * K_d * K_u * K_{ll} * K_{up} / T_{cret} * K_e = 179.4 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Donde:

V_c = Capacidad del cubo de la retroexcavadora. (3.2m^3)

K_d = Coeficiente de disponibilidad del equipamiento. (0.9)

K_u = Coeficiente de utilización del equipamiento. (0.7)

K_{ll} = Coeficiente de llenado del cubo de la retroexcavadora. (0.9)

K_{up} = Coeficiente de utilización del parque de equipos. (0.75)

T_{cret} = Tiempo de ciclo de la retroexcavadora. (21 seg.)

K_e = Coeficiente de esponjamiento del escombreción. (1.3)

Productividad por turno:

$$Q_{turno} = H_{Eturno} * Q_{ret}$$

Donde:

H_{Eturno} = Horas efectivas por turno. (12)

$$Q_{turno} = 12 * 179.4$$

$$Q_{turno} = 2152.8 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad por día:

$$Q_{dia} = Q_{turno} * N_t$$

Donde:

N_t = Numero de turnos al día. (2)

$$Q_{dia} = 2152.8 * 2$$

$$Q_{dia} = 4305.6 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto:

El índice de consumo de la retroexcavadora en esta actividad es:

$$Ic = C / Qh$$

Donde:

C = consumo de la retroexcavadora; 35 l/h

Qh = productividad horaria de la retro; 179.4 m³/h

$$Ic = 35 / 179.4$$

$$Ic = 0.20 \text{ l} / \text{m}^3$$

$$Ic/Hr = Ic * Qret$$

$$Ic/Turno = Ic * Qturno$$

$$Ic/Día = Ic * Qdía$$

$$Ic/HR = 0.20 * 179.4$$

$$Ic/Turno = 0.20 * 2152.8$$

$$Ic/Día = 0.20 * 4305.6$$

$$Ic/Hr = 35.88 \text{ l/h}$$

$$Ic/Turno = 430.56 \text{ l/turno.}$$

$$Ic/Día = 861.12 \text{ l/día}$$

$$Pp = \text{Plan de producción diario} = 3640.4 \text{ m}^3 / \text{día.}$$

Calculo del equipamiento a utilizar para el escombreo.

$$Nret = Pp / Qdía$$

$$Nret = 3640.4 / 4546$$

$$Nret = 0.8$$

$$Nret = 1 \text{ Retroexcavadora}$$

Capacidad real volumétrica del cubo de la retroexcavadora:

$$Qrr = Vc * Kll$$

$$Qrr = 2.88 \text{ m}^3$$

Densidad del escombrosuelto o esponjado:

$$\gamma_e = \gamma_s / Ke$$

Donde:

$$\gamma_s = 1.2 \text{ t/m}^3. \text{ Masa volumétrica del escombrosuelto seco in situ.}$$

$$\gamma_e = 0.9 \text{ t/m}^3$$

Capacidad real de carga del cubo.

$$Q_{rc} = Q_{rr} * \gamma_e$$

$$Q_{rc} = 2.59 t$$

Productividad de los camiones Volvo A40D en la actividad de escombros.

La productividad se calculará en base a las menores y mayores distancias de acarreo del escombros, en este caso (840 m).

Por tanto:

Cantidad de cubos por camión Volvo BM A40D en cuanto al volumen de la caja.

$$N_{cv} = q_v / Q_{rr}$$

Donde:

$q_v = 22.5 \text{ m}^3$ Capacidad volumétrica del camión.

$$N_{cv} = 22.5 / 2.88$$

$$N_{cv} = 7.8 \approx 8 \text{ cubos}$$

Cantidad de cubos por camión Volvo BM A40D en cuanto a la capacidad de carga.

$$N_{cc} = q_c / Q_{rc}$$

Donde:

$q_c = 37 \text{ t}$. Capacidad de carga del camión.

$$N_{cc} = 37 / 2.59$$

$$N_{cc} = 14 \text{ cubos}$$

Teniendo en cuenta la baja densidad del material esponjado, optamos por considerar la cantidad de cubos en relación a la capacidad volumétrica del camión, por tanto el número es de 7 cubos.

Capacidad volumétrica real de los camiones:

$$Q_{vrcamion} = N_c * Q_{rr}$$

$$Q_{vrcami\acute{o}n} = 7.8 * 2.88$$

$$Q_{vrcami\acute{o}n} = 22.5 \text{ m}^3$$

Capacidad de carga real de los camiones.

$$Q_{crcami\acute{o}n} = N_c * Q_{rc}$$

$$Q_{crcami\acute{o}n} = 7.8 * 2.59$$

$$Q_{crcami\acute{o}n} = 20.2 \text{ t}$$

Tiempo de carga.

$$T_c = (N_c - 1) * T_{c_{ret}} / 60$$

Donde:

$T_{c_{ret}} = 21$ segundos.

$$TC = (8 - 1) * (21 / 60)$$

$$TC = 2.38 \text{ min.}$$

Para 0.84 Km (840 metros)

Tiempo de recorrido cargado

$$T_{rc} = 60 * L / V$$

Donde:

L = Distancia de transportaci3n; L = 0.84 Km.

V = Velocidad promedio establecida; V = 30 Km/h. (Optamos por tomar como velocidad 28 Km/h para cuando viaja cargado)

$$T_{rc} = 60 * 0.840 / 28$$

$$T_{rc} = 1.03 \text{ min.}$$

Tiempo de recorrido vacío

$$Trv = 60 * 0.840 / 30$$

$$Trv = 0.96 \text{ min}$$

Tiempo de viaje

$$Tvc = Trc + Trv$$

$$Tvc = 1.03 + 0.96$$

$$Tvc = 1.99 \text{ min.}$$

Tiempo de ciclo del camión

$$TCC = Tc + Trc + Tmc + Td + Trv + Tmv + Tp$$

$$TCC = 2.38 + 1.03 + 0.5 + 0.5 + 0.96 + 0.5 + 0$$

$$TCC = 5.87 \text{ min.}$$

Donde:

Tc = Tiempo de carga; Tc = 2.38 min.

Td = Tiempo de descarga; Td = 0.5 min.

Trc = Tiempo de recorrido cargado; Trc = 1.03 min.

Trv = Tiempo de recorrido vacío; Trv = 0.96 min.

Tmv = Tiempo de maniobra vacío; Tmv = 0.5 min.

Tmc = Tiempo de maniobra cargado; Tmc = 0.5 min.

Tp = Tiempo perdido; Tp = 0 min.

Productividad por hora del Camión.

$$Qh = 60 * Ku * Qcrcamión / Tcc$$

Donde:

Ku = Coeficiente de utilización del camión; Ku = 0.87

Qcr = Capacidad de carga real de de los camiones; Qcr = 20.2 t-16.8 m³.

$$Qh = 60 * 0.87 * 16.8 / 5.87$$

$$Qh = 149.4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Productividad por turno del camión.

$$Q_{turno} = Q_{hora} * Het * Kd * Kue$$

Donde:

Het = Horas efectivas por Turno; Het = 12 h.

Kd = Coeficiente de disponibilidad del equipo; Kd = 0.9

Kue = Coeficiente de utilización del equipo; Kue = 1

$$Q_{turno} = 149.4 * 12 * 0.9 * 1$$

$$Q_{turno} = 1613.52 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad diaria del camión.

$$Q_{día} = Q_{turno} * Ct$$

Donde:

Ct = Cantidad de turnos por día; Ct = 2

$$Q_{día} = 1613.52 * 2$$

$$Q_{día} = 3227.04 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto

$$Ic = C / Qh$$

$$Ic = 21.41 / 149.4$$

$$Ic = 0.14 \text{ l} / \text{m}^3$$

Donde:

Ic = índice de consumo del camión

C = consumo por hora del camión; l/h; (21.41)

Qh = productividad por hora del camión; (149.4)

$$C_{turno} = Ic * Q_{turno}$$

$$C_{día} = Ic * Q_{día}$$

$$C_{turno} = 0.14 * 1613.52$$

$$C_{día} = 0.14 * 3227.04$$

$$C_{turno} = 225.9 \text{ l} / \text{Turno}$$

$$C_{día} = 367.9 \text{ l} / \text{día}$$

III.4.4: Se determinó la productividad del escombreo utilizando retroexcavadora Volvo, con capacidad del cubo; $V_c = 4.8\text{m}^3$ y camión Volvo en el Bloque HV-87.

Productividad por hora:

$$Q_{ret} = 3600 * V_c * K_d * K_u * K_{ll} * K_{up} / T_{cret} * K_e = 232.5 \text{ m}^3$$

Donde:

V_c = Capacidad del cubo de la retroexcavadora. (4.8 m^3)

K_d = Coeficiente de disponibilidad del equipamiento. (0.9)

K_u = Coeficiente de utilización del equipamiento. (0.5)

K_{ll} = Coeficiente de llenado del cubo de la retroexcavadora. (0.9)

K_{up} = Coeficiente de utilización del parque de equipos. (0.7)

T_{cret} = Tiempo de ciclo de la retroexcavadora. (22 seg.)

K_e = Coeficiente de esponjamiento del escombros. (1.3)

Productividad por turno:

$$Q_{turno} = H_{Eturno} * Q_{ret}$$

Donde:

H_{Eturno} = Horas efectivas por turno. (12)

$$Q_{turno} = 12 * 232.5$$

$$Q_{turno} = 2789.6 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad por día:

$$Q_{dia} = Q_{turno} * N_t$$

Donde:

N_t = Numero de turnos al día. (2)

$$Q_{dia} = 2789.6 * 2$$

$$Q_{dia} = 5579.1 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto:

El índice de consumo de la retroexcavadora en esta actividad es:

$$I_c = C / Q_h$$

Donde:

C = consumo de la retroexcavadora; 50 l/h

Q_h = productividad horaria de la retro; 232.5 m³/h

$$I_c = 50 / 232.5$$

$$I_c = 0.22 \text{ l} / \text{m}^3$$

$$I_c / \text{Hr} = I_c * Q_{ret}$$

$$I_c / \text{HR} = 0.22 * 158.1$$

$$I_c / \text{Hr} = 50 \text{ l/h}$$

$$I_c / \text{Turno} = I_c * Q_{turno}$$

$$I_c / \text{Turno} = 0.22 * 2789.6$$

$$I_c / \text{Turno} = 600 \text{ l/turno.}$$

$$I_c / \text{Día} = I_c * Q_{día}$$

$$I_c / \text{Día} = 0.22 * 5579.1$$

$$I_c / \text{Día} = 1200 \text{ l/día}$$

$$P_p = \text{Plan de producción diario} = 3640.4 \text{ m}^3 / \text{día.}$$

Calculo del equipamiento a utilizar para el escombreción.

$$N_{ret} = P_p / Q_{día}$$

$$N_{ret} = 3640.4 / 5579.1$$

$$N_{ret} = 0.65$$

$$N_{ret} = 1 \text{ Retroexcavadora}$$

Capacidad real volumétrica del cubo de la retroexcavadora:

$$Q_{rr} = V_c * K_{ll}$$

$$Q_{rr} = 4.8 * 0.9$$

$$Q_{rr} = 4.56 \text{ m}^3$$

Densidad del escombro suelto o esponjado:

$$\gamma_e = \gamma_s / K_e$$

Donde:

$\gamma_s = 1.2 \text{ t/m}^3$. Masa volumétrica del escombro seco in situ.

$$\gamma_e = 1.2/1.3$$

$$\gamma_e = 0.9 \text{ t/m}^3$$

Capacidad real de carga del cubo.

$$Q_{rc} = Q_{rr} * \gamma_e$$

$$Q_{rc} = 4.10 \text{ t}$$

(Productividad de los camiones Volvo A40D)

La productividad se calculará en base a las menores y mayores distancias de acarreo del escombro con retroexcavadora Volvo.

Por tanto:

Cantidad de cubos por camión Volvo BM A40D en cuanto al volumen de la caja.

$$N_{cv} = q_v / Q_{rr}$$

Donde:

$q_v = 22.5 \text{ m}^3$ Capacidad volumétrica del camión.

$$N_{cv} = 22.5 / 4.56$$

$$N_{cv} = 4.93 = 5 \text{ cubos}$$

Cantidad de cubos por camión Volvo BM A40D en cuanto a la capacidad de carga.

$$N_{cc} = q_c / Q_{rc}$$

Donde:

$q_c = 37$ t. Capacidad de carga del camión.

$$N_{cc} = 37 / 4.10$$

$$N_{cc} = 9 \text{ cubos}$$

Teniendo en cuenta la densidad de este escombros esponjado, optamos por considerar la cantidad de cubos en relación a la capacidad volumétrica del camión, por tanto el número es de 5 cubos.

Capacidad volumétrica real de los camiones:

$$Q_{vrcamion} = N_c * Q_{rr}$$

$$Q_{vrcami\acute{o}n} = 5 * 4.56$$

$$Q_{vrcami\acute{o}n} = 22.5 \text{ m}^3$$

Capacidad de carga real de los camiones.

$$Q_{crcami\acute{o}n} = N_c * Q_{rc}$$

$$Q_{crcami\acute{o}n} = 5 * 4.10$$

$$Q_{crcami\acute{o}n} = 20.5 \text{ t}$$

Tiempo de carga.

$$T_c = (N_c - 1) * T_{c_{ret}} / 60$$

Donde:

$T_{c_{ret}} = 22$ segundos.

$$TC = (5 - 1) * (22 / 60)$$

$$TC = 1.44 \text{ min.}$$

(Para 565 metros)

Tiempo de recorrido cargado

$$Trc = 60 * L / V$$

Donde:

L = Distancia de transportación; L = 565 m = 0.565 Km.

V = Velocidad promedio establecida; V = 30Km/hr (tomamos en consideración que el camión cargado se mueve a una velocidad de 28 Km/h y vacío a una velocidad de 30 Km/h).

$$Trc = 60 * 0.565 / 28$$

$$Trc = 1.21 \text{ min.}$$

Tiempo de recorrido vacío

$$Trv = 60 * 0.565 / 30$$

$$Trv = 1.13 \text{ min}$$

Tiempo de viaje

$$Tvc = Trc + Trv$$

$$Tvc = 1.21 + 1.13$$

$$Tvc = 2.34 \text{ min}$$

Tiempo de ciclo del camión

$$TCC = Tc + Trc + Tmc + Td + Trv + Tmv + Tp$$

$$TCC = 1.44 + 1.21 + 0.20 + 0.20 + 1.13 + 0.15 + 0$$

$$TCC = 4.33 \text{ min.}$$

Donde:

Tc = Tiempo de carga; Tc = 1.5 min.

Td = Tiempo de descarga; Td = 20 seg.

Trc = Tiempo de recorrido cargado; Trc = 1.21 min.

Trv = Tiempo de recorrido vacío; Trv = 1.13 min.

Tmv = Tiempo de maniobra vacío; Tm = 15 seg.

Tmc = Tiempo de maniobra cargado; Tm = 20seg.

Tp = Tiempo perdido; Tp = 0 min.

Productividad por hora del Camión.

$$Qh = 60 * Ku * Qcrcamión / Tcc$$

Donde:

Ku = Coeficiente de utilización del camión; Ku = 0.7

Qcr = Capacidad de carga real de de los camiones; Qcr = 20 t \approx 16.6 m³

$$Qh = 60 * 0.87 * 16.6 / 4.33$$

$$Qh = 200.12 m^3 / h$$

Productividad por turno del camión.

$$Qturno = Qhora * Het * Kd * Kue$$

Donde:

Het = Horas efectivas por Turno; Het = 12 h.

Kd = Coeficiente de disponibilidad del equipo; Kd = 0.9

Kue = Coeficiente de utilización del equipo; Kue = 1

$$Qturno = 200.12 * 12 * 0.9 * 1$$

$$Qturno = 2161.3 m^3 / turno$$

Productividad diaria del camión.

$$Qdía = Qturno * Ct$$

Donde:

Ct = Cantidad de turnos por día; Ct = 2

$$Qdía = 2161.3 * 2$$

$$Qdía = 4322.6 m^3 / día$$

Por tanto

$$Ic = C / Qh$$

$$Ic = 21.41 / 200.12$$

$$Ic = 0.11 \text{ l} / \text{m}^3$$

Donde:

Ic = índice de consumo del camión; l/t

C = consumo por hora del camión; l/h; (21.41)

Qh = productividad por hora del camión; m³/h; (200.12)

$$Ic/\text{Turno} = Ic * Q_{\text{turno}} \quad Ic/\text{Día} = Ic * Q_{\text{día}}$$

$$Ic/\text{Turno} = 0.11 * 2161.3 \quad Ic/\text{Día} = 0.11 * 4322.6$$

$$Ic/\text{Turno} = 237.7 \text{ l/turno} \quad Ic/\text{Día} = 475.5 \text{ l/día}$$

En la tabla 16 se muestran las productividades de los camiones Volvo A40D para diferentes distancias de tiro y excavadoras, estos resultados están graficados en la gráfica 2 que se muestra a continuación.

Tabla 16: Productividad por hora (Q/h) de los camiones Volvo A40D para diferentes distancias de tiro y excavadoras.

Q/Hr's de los Camiones Volvo para diferentes Distancias de Tiro y Excavadoras											
Excavadoras	Distancias de Tiro(m)										
	100	200	500	565	800	840	1000	1200	1500	1800	2000
Rex-01	1254,9	627,5	251,0	222,1	156,9	149,4	125,5	104,6	83,7	69,7	62,8
Rex-02	1254,9	627,5	251,0	222,1	156,9	149,4	125,5	104,6	83,7	69,7	62,8
Rex-410	1130,7	565,3	226,1	200,1	141,3	134,6	113,1	94,2	75,4	62,8	56,5
Rex-409	1134,2	567,1	226,8	200,7	141,8	135,0	113,4	94,5	75,6	63,0	56,7
Rex-405	1134,2	567,1	226,8	200,7	141,8	135,0	113,4	94,5	75,6	63,0	56,7

Gráfica 2: Productividad por hora (Q/h) de los camiones Volvo A40D.

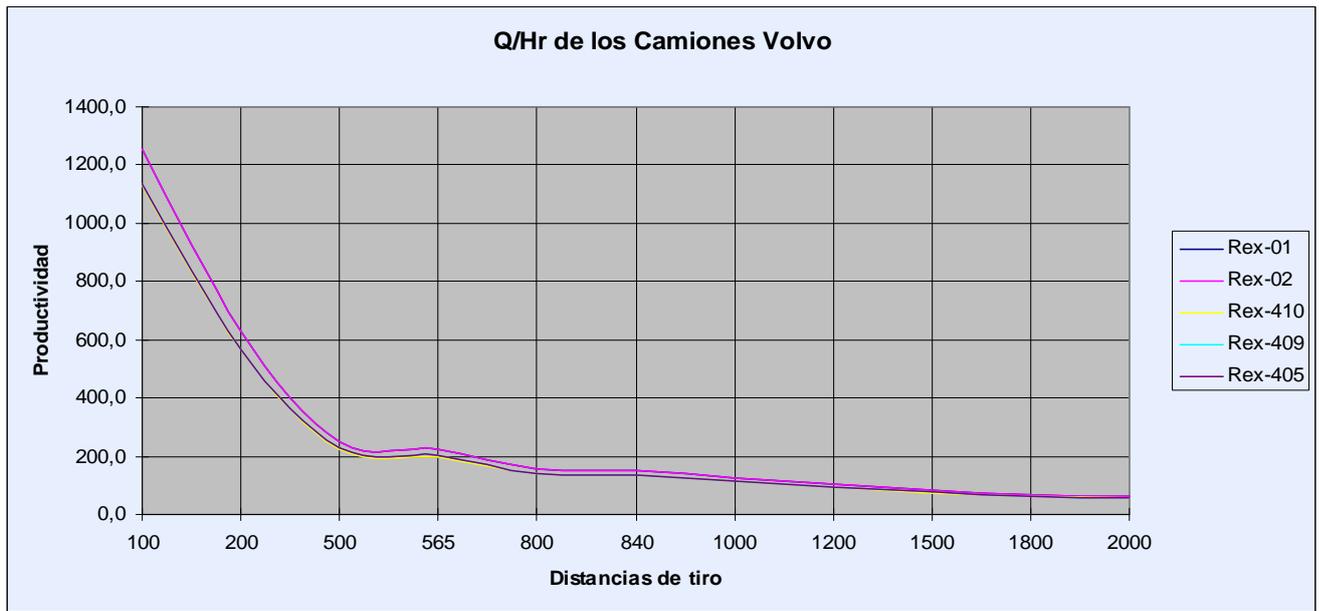
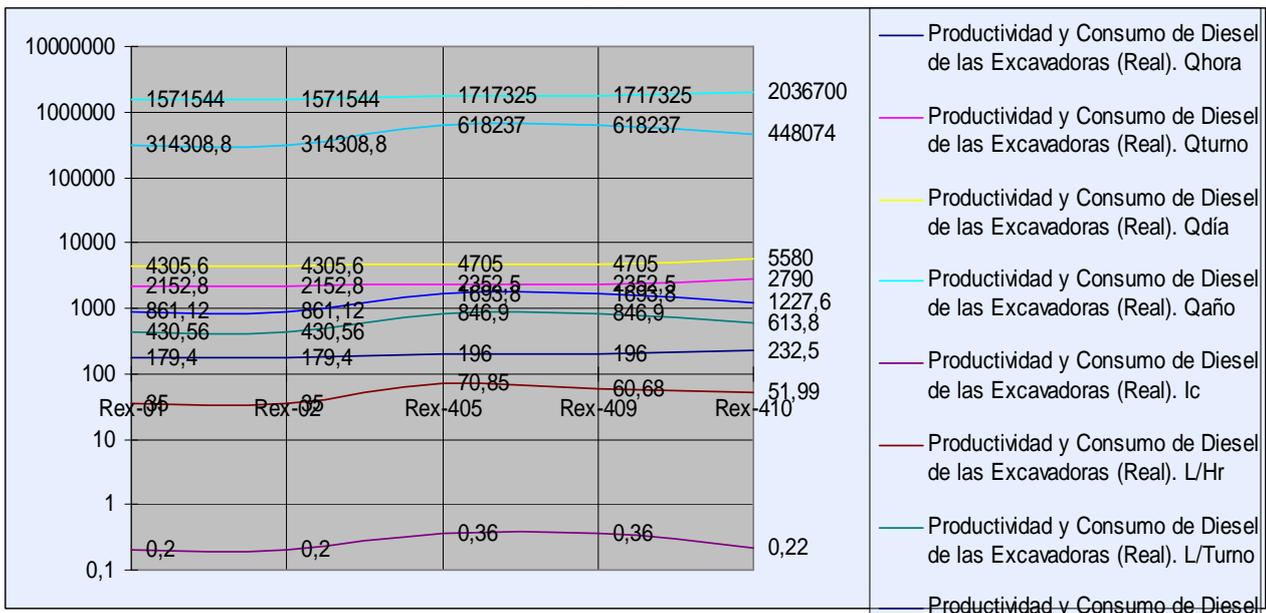


Tabla 17: Productividad (Q/h) y consumo de diesel de las excavadoras.

Productividad y Consumo de Diesel de las Excavadoras (Real).									
Excavadoras	Qhora	Qturno	Qdía	Qaño	Ic	L/Hr	L/Turno	L/Día	L/Año
Rex-01	179,4	2152,8	4305,6	1571544	0,2	35	430,56	861,12	314308,8
Rex-02	179,4	2152,8	4305,6	1571544	0,2	35	430,56	861,12	314308,8
Rex-405	196	2352,5	4705	1717325	0,36	70,85	846,9	1693,8	618237
Rex-409	196	2352,5	4705	1717325	0,36	60,68	846,9	1693,8	618237
Rex-410	232,5	3882	7764	2833860	0,22	51,99	854,04	1708,1	623449,2

Gráfica 3: Productividad (Q/h) y consumo de diesel de las excavadoras.

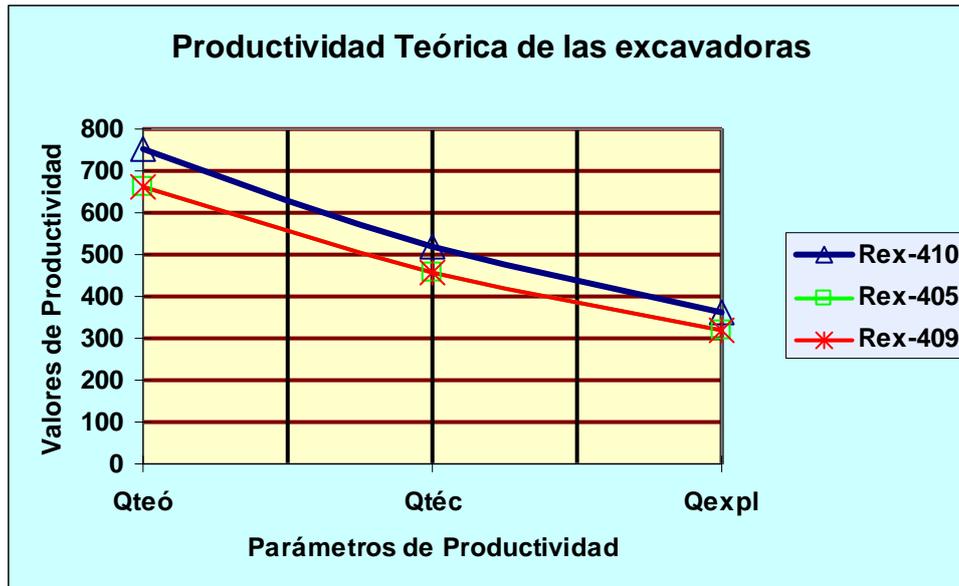


III.5: Cálculo de Productividad Teórica de las Retroexcavadoras para la actividad de Extracción.

Tabla 18: Productividad teórica de las excavadoras utilizadas en la actividad de Extracción de mineral.

Productividad Teórica Excavadoras			
Rex.	Qteó	Qtéc	Qexpl
Rex-410	751,3	520,1	364,1
Rex-405	662,4	458,6	321,0
Rex-409	662,4	458,6	321,0

Gráfica 4: Productividad teórica de las excavadoras utilizadas en la actividad de Extracción de mineral.



III.5.1: La Extracción utilizando retroexcavadora Volvo, con capacidad del cubo; $V_c = 4.8m^3$.

Productividad por hora:

$$Q_{ret} = 3600 * V_c * K_d * K_u * K_{ll} * K_{up} / T_{cret} * K_e = 203.6 m^3$$

Donde:

Vc = Capacidad del cubo de la retroexcavadora. (4.8 m³)

Kd = Coeficiente de disponibilidad del equipamiento. (0.9)

Ku = Coeficiente de utilización del equipamiento. (0.5)

Kll = Coeficiente de llenado del cubo de la retroexcavadora. (0.9)

Kup = Coeficiente de utilización del parque de equipos. (0.87)

Tcret = Tiempo de ciclo de la retroexcavadora. (23 seg.)

Ke = Coeficiente de esponjamiento del mineral. (1.3)

Productividad por turno:

$$Q_{turno} = HE_{turno} * Q_{ret}$$

Donde:

HE_{turno} = Horas efectivas por turno. (12)

$$Q_{turno} = 12 * 203.6$$

$$Q_{turno} = 2443.59 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad por día:

$$Q_{dia} = Q_{turno} * Nt$$

Donde:

Nt = Numero de turnos al día. (2)

$$Q_{dia} = 2443.59 * 2$$

$$Q_{dia} = 4887.2 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto:

El índice de consumo de la retroexcavadora en esta actividad es:

$$Ic = C / Qh$$

Donde:

C = consumo de la retroexcavadora; 50 l/h

Qh = productividad horaria de la retro; 203.6 m³/h

$$Ic = 50 / 203.6$$

$$Ic = 0.25 \text{ l} / \text{m}^3$$

$$Ic/\text{Turno} = Ic * Q_{\text{turno}}$$

$$Ic/\text{Día} = Ic * Q_{\text{día}}$$

$$Ic/\text{Turno} = 0.25 * 2443.59$$

$$Ic/\text{Día} = 0.25 * 4887.2$$

$$Ic/\text{Turno} = 610 \text{ l}/\text{turno.}$$

$$Ic/\text{Día} = 1221.8 \text{ l}/\text{día}$$

$$Pp = \text{Plan de producción diario} = 4192.2 \text{ m}^3 / \text{día.}$$

Calculo del equipamiento a utilizar para la actividad de Extracción.

$$N_{ret} = Pp / Q_{día}$$

$$N_{ret} = 4192.2 / 4887.2$$

$$N_{ret} = 0.85$$

$$N_{ret} = 1 \text{ Retroexcavadora}$$

Capacidad real volumétrica del cubo de la retroexcavadora:

$$Q_{rr} = Vc * K_{ll}$$

$$Q_{rr} = 6.24 \text{ m}^3$$

Densidad del mineral suelto o esponjado:

$$\gamma_e = \gamma_s / K_e$$

Donde:

$$\gamma_s = 1.2 \text{ t} / \text{m}^3. \text{ Masa volumétrica del mineral seco in situ.}$$

$$\gamma_e = 0.9 \text{ t} / \text{m}^3$$

Capacidad real de carga del cubo.

$$Q_{rc} = Q_{rr} * \gamma_e$$

$$Q_{rc} = 5.62 \text{ t}$$

Productividad de los camiones Terex en la actividad de Extracción del mineral útil.

La productividad se calculará en base a las menores y mayores distancias de acarreo del escombros, en este caso (3.5 Km).

Por tanto:

Cantidad de cubos por camión Terex en cuanto al volumen de la caja.

$$N_{cv} = qv / Q_{rr}$$

Donde:

$qv = 27 \text{ m}^3$ Capacidad volumétrica del camión.

$$N_{cv} = 27 / 6.24$$

$$N_{cv} = 6.36 \approx 6 \text{ cubos}$$

Cantidad de cubos por camión Terex en cuanto a la capacidad de carga.

$$N_{cc} = qc / Q_{rc}$$

Donde:

$qc = 40 \text{ t.}$ Capacidad de carga del camión.

$$N_{cc} = 40 / 6$$

$$N_{cc} = 6.3 \text{ cubos} \approx 6 \text{ cubos}$$

Teniendo en cuenta la baja densidad del material esponjado, optamos por considerar la cantidad de cubos en relación a la capacidad volumétrica del camión, por tanto el número es de 6 cubos.

Capacidad volumétrica real de los camiones:

$$Q_{vrcamion} = N_c * Q_{rr}$$

$$Q_{vrcamión} = 6 * 6.24$$

$$Q_{vrcamión} = 37.44 \text{ m}^3$$

Capacidad de carga real de los camiones.

$$Q_{c\text{camión}} = N_c * Q_{rc}$$

$$Q_{c\text{camión}} = 6 * 5.62$$

$$Q_{c\text{camión}} = 33.72 \text{ t}$$

Tiempo de carga.

$$T_c = (N_c - 1) * T_{c_{ret}} / 60$$

Donde:

$T_{c_{ret}} = 25$ segundos.

$$TC = (5 - 1) * (23 / 60)$$

$$TC = 1.69 = 2 \text{ min.}$$

Para 3.5 Km (3500 metros)

Tiempo de recorrido cargado

$$T_{rc} = 60 * L / V$$

Donde:

L = Distancia de transportación; L = 3.5 Km.

V = Velocidad promedio establecida; V = 30 Km/h. (Optamos por tomar como velocidad 28 Km/h para cuando viaja cargado)

$$T_{rc} = 60 * 3.5 / 28$$

$$T_{rc} = 7.5 \text{ min}$$

Tiempo de recorrido vacío

$$T_{rv} = 60 * 3.5 / 30$$

$$T_{rv} = 7 \text{ min.}$$

Tiempo de viaje

$$T_{vc} = T_{rc} + T_{rv}$$

$$T_{vc} = 7.5 + 7$$

$$T_{vc} = 14.5 \text{ min.}$$

Tiempo de ciclo del camión

$$TCC = Tc + Trc + Tmc + Td + Trv + Tmv + Tp$$

$$TCC = 2 + 7.5 + 0.10 + 0.7 + 7 + 0.8 + 0$$

$$TCC = 17.79 = 18.19 \text{ min.}$$

Donde:

Tc = Tiempo de carga; Tc = 2 min.

Td = Tiempo de descarga; Td = 0.7 min.

Trc = Tiempo de recorrido cargado; Trc = 7.5 min.

Trv = Tiempo de recorrido vacío; Trv = 7 min.

Tmv = Tiempo de maniobra vacío; Tm = 0.08 min.

Tmc = Tiempo de maniobra cargado; Tm = 0.10 min.

Tp = Tiempo perdido; Tp = 0 min.

Productividad por hora del Camión.

$$Qh = 60 * Ku * Qcrcamión / Tcc$$

Donde:

Ku = Coeficiente de utilización del camión; Ku = 0.87

Qcr = Capacidad de carga real de de los camiones; Qcr = 33.72 t ≈ 28.1 m³
(colmo).

$$Qh = 60 * 0.87 * 28.1 / 18.19$$

$$Qh = 80.6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Productividad por turno del camión.

$$Qturno = Qhora * Het * Kd * Kue$$

Donde:

Het = Horas efectivas por turno; Het = 12 h.

Kd = Coeficiente de disponibilidad del equipo; Kd = 0.9

Kue = Coeficiente de utilización del equipo; Kue = 1

$$Q_{turno} = 80.6 * 12 * 0.9 * 1$$

$$Q_{turno} = 870.48 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad diaria del camión.

$$Q_{día} = Q_{turno} * C_t$$

Donde:

C_t = Cantidad de turnos por día; C_t = 2

$$Q_{día} = 870.48 * 2$$

$$Q_{día} = 1740 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto

$$I_c = C / Q_h$$

$$I_c = 50.2 / 80.6$$

$$I_c = 0.62 \text{ l} / \text{m}^3$$

Donde:

I_c = índice de consumo del camión

C = consumo por hora del camión; l/h; (50.2)

Q_h = productividad por hora del camión; (80.6)

III.5.2: Cálculo de extracción de mineral utilizando retroexcavadora Liebherr, con capacidad del cubo; V_c = 4.6m³.

Productividad por hora:

$$Q_{ret} = 3600 * V_c * K_d * K_u * K_{ll} * K_{up} / T_{cret} * K_e = 185.7 \text{ m}^3$$

Donde:

V_c = Capacidad del cubo de la retroexcavadora. (4.6 m³)

K_d = Coeficiente de disponibilidad del equipamiento. (0.9)

K_u = Coeficiente de utilización del equipamiento. (0.5)

K_{ll} = Coeficiente de llenado del cubo de la retroexcavadora. (0.9)

K_{up} = Coeficiente de utilización del parque de equipos. (0.9)

T_{cret} =Tiempo de ciclo de la retroexcavadora. (25 seg.)

K_e = Coeficiente de esponjamiento del mineral. (1.3)

Productividad por turno:

$$Q_{turno} = H E_{turno} * Q_{ret}$$

Donde:

$H E_{turno}$ = Horas efectivas por turno. (12)

$$Q_{turno} = 12 * 185.7$$

$$Q_{turno} = 2228.4 m^3 / turno$$

Productividad por día:

$$Q_{dia} = Q_{turno} * N_t$$

Donde:

N_t = Numero de turnos al día. (2)

$$Q_{dia} = 2228.4 * 2$$

$$Q_{dia} = 4456.8 m^3 / día$$

Por tanto:

El índice de consumo de la retroexcavadora en esta actividad es:

$$I_c = C / Q_h$$

Donde:

C = consumo de la retroexcavadora; 70.85 l/h

Q_h = productividad horaria de la retro; 185.7 m³/h

$$I_c = 70.85 / 185.7$$

$$I_c = 0.38 l / m^3$$

$$I_c / Turno = I_c * Q_{turno}$$

$$I_c / Día = I_c * Q_{día}$$

$$I_c / Turno = 0.38 * 2228.4$$

$$I_c / Día = 0.38 * 4456.8$$

$$I_c / Turno = 846.8 l / turno.$$

$$I_c / Día = 1693.6 l / día$$

$Pp =$ Plan de producción diario = 4192.2 m³ / día.

Calculo del equipamiento a utilizar para la actividad de Extracción.

$$Nret = Pp / Qdía$$

$$Nret = 4192.2 / 4456.8$$

$$Nret = 0.9$$

$$Nret = 1 \text{ Retroexcavadora}$$

Capacidad real volumétrica del cubo de la retroexcavadora:

$$Qrr = Vc * Kll$$

$$Qrr = 4.14 \text{ m}^3$$

Densidad del mineral suelto o esponjado:

$$\gamma e = \gamma s / Ke$$

Donde:

$\gamma s = 1.2 \text{ t/m}^3$. Masa volumétrica del mineral seco in situ.

$$\gamma e = 0.9 \text{ t/m}^3$$

Capacidad real de carga del cubo.

$$Qrc = Qrr * \gamma e$$

$$Qrc = 3.72 \text{ t}$$

Productividad de los camiones Terex en la actividad de Extracción del mineral útil.

La productividad se calculará en base a las menores y mayores distancias de acarreo del escombros, en este caso (1 Km).

Por tanto:

Cantidad de cubos por camión Terex en cuanto al volumen de la caja.

$$N_{cv} = qv / Q_{rr}$$

Donde:

$qv = 27m^3$ · Capacidad volumétrica del camión.

$$N_{cv} = 27 / 4.14$$

$$N_{cv} = 6.52 \approx \text{cubos}$$

Cantidad de cubos por camión Terex en cuanto a la capacidad de carga.

$$N_{cc} = qc / Q_{rc}$$

Donde:

$qc = 40 \text{ t.}$ Capacidad de carga del camión.

$$N_{cc} = 40 / 3.72$$

$$N_{cc} = 11 \text{ cubos}$$

Teniendo en cuenta la baja densidad del material esponjado, optamos por considerar la cantidad de cubos en relación a la capacidad volumétrica del camión, por tanto el número es de 7 cubos.

Capacidad volumétrica real de los camiones:

$$Q_{vrcamion} = N_c * Q_{rr}$$

$$Q_{vrcamión} = 6.52 * 4.14$$

$$Q_{vrcamión} = 27m^3$$

Capacidad de carga real de los camiones.

$$Q_{c\text{camión}} = N_c * Q_{rc}$$

$$Q_{c\text{camión}} = 6.52 * 3.72$$

$$Q_{c\text{camión}} = 24.25 \text{ t}$$

Tiempo de carga.

$$T_c = (N_c - 1) * T_{c_{ret}} / 60$$

Donde:

$T_{c_{ret}} = 25$ segundos.

$$TC = (7 - 1) * (25 / 60)$$

$$TC = 2.5 \text{ min.}$$

Para 1Km (1000metros)

Tiempo de recorrido cargado

$$T_{rc} = 60 * L / V$$

Donde:

L = Distancia de transportación; L = 1 Km.

V = Velocidad promedio establecida; V = 30 Km/h. (Optamos por tomar como velocidad 28 Km/h para cuando viaja cargado)

$$T_{rc} = 60 * 1 / 28$$

$$T_{rc} = 2.14 \text{ min.}$$

Tiempo de recorrido vacío

$$T_{rv} = 60 * 1 / 30$$

$$T_{rv} = 2 \text{ min}$$

Tiempo de viaje

$$T_{vc} = T_{rc} + T_{rv}$$

$$T_{vc} = 2.14 + 2$$

$$T_{vc} = 4.14 \text{ min.}$$

Tiempo de ciclo del camión

$$TCC = T_c + T_{rc} + T_{mc} + T_d + T_{rv} + T_{mv} + T_p$$

$$TCC = 2.5 + 2.14 + 0.10 + 0.7 + 2 + 0.10 + 0$$

$$TCC = 7.54 \text{ min.}$$

Donde:

Tc = Tiempo de carga; Tc = 2.5 min.

Td = Tiempo de descarga; Td = 0.7 min.

Trc = Tiempo de recorrido cargado; Trc = 2.14 min.

Trv = Tiempo de recorrido vacío; Trv = 2 min.

Tmv = Tiempo de maniobra vacío; Tm = 0.10 min.

Tmc = Tiempo de maniobra cargado; Tm = 0.10 min.

Tp = Tiempo perdido; Tp = 0 min.

Productividad por hora del Camión.

$$Q_h = 60 * K_u * Q_{crcamión} / T_{cc}$$

Donde:

Ku = Coeficiente de utilización del camión; Ku = 0.87

Qcr = Capacidad de carga real de de los camiones; Qcr = 33.72 t ≈ 28.1 m³ (colmo). 21.6 ≈ 14.4 m³ (raza).

$$Q_h = 60 * 0.87 * 28.1 / 7.54$$

$$Q_h = 194.54 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Productividad por turno del camión.

$$Q_{\text{turno}} = Q_{\text{hora}} * H_{\text{et}} * K_{\text{d}} * K_{\text{ue}}$$

Donde:

H_{et} = Horas efectivas por Turno; H_{et} = 12 h.

K_d = Coeficiente de disponibilidad del equipo; K_d = 0.9

K_{ue} = Coeficiente de utilización del equipo; K_{ue} = 1

$$Q_{\text{turno}} = 194.54 * 12 * 0.9 * 1$$

$$Q_{\text{turno}} = 2101.032 \text{ m}^3 / \text{turno}$$

Productividad diaria del camión.

$$Q_{\text{día}} = Q_{\text{turno}} * C_{\text{t}}$$

Donde:

C_t = Cantidad de turnos por día; C_t = 2

$$Q_{\text{día}} = 2101.032 * 2$$

$$Q_{\text{día}} = 4202.064 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Por tanto

$$I_{\text{c}} = C / Q_{\text{h}}$$

$$I_{\text{c}} = 50.2 / 194.54$$

$$I_{\text{c}} = 0.26 \text{ l} / \text{m}^3$$

Donde:

I_c = índice de consumo del camión

C = consumo por hora del camión; l/h; (50.2)

Q_h = productividad por hora del camión; (194.54)

Tabla 19: Productividad y consumo de las Excavadoras.

Productividad y Consumo de Diesel de las Excavadoras (Real).									
Excavadoras	Qhora	Qturno	Qdía	Qaño	Ic	L/Hr	L/Turno	L/Día	L/Año
Rex-405	185,5	2226	4452	1624980	0,36	70,85	801,36	1602,7	584992,8
Rex-409	185,5	2226	4452	1624980	0,36	60,68	801,36	1602,7	584992,8
Rex-410	203,6	2443,2	4886,4	1783536	0,22	51,99	537,5	1075	392377,9

Gráfica 5: Productividad y consumo de diesel de las excavadoras.

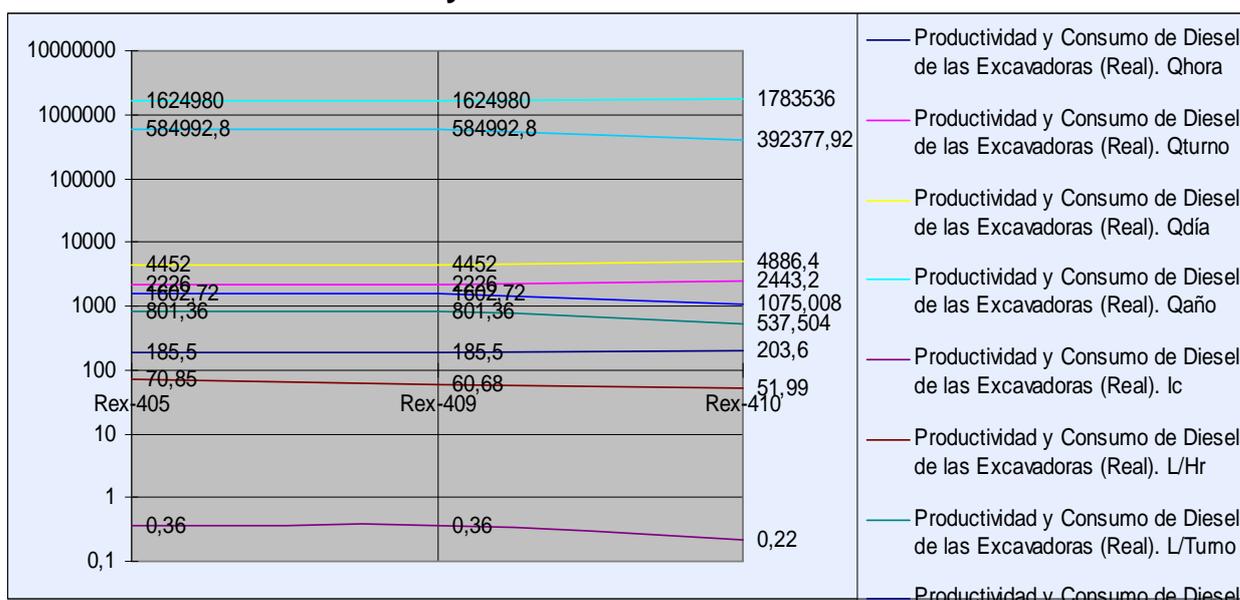
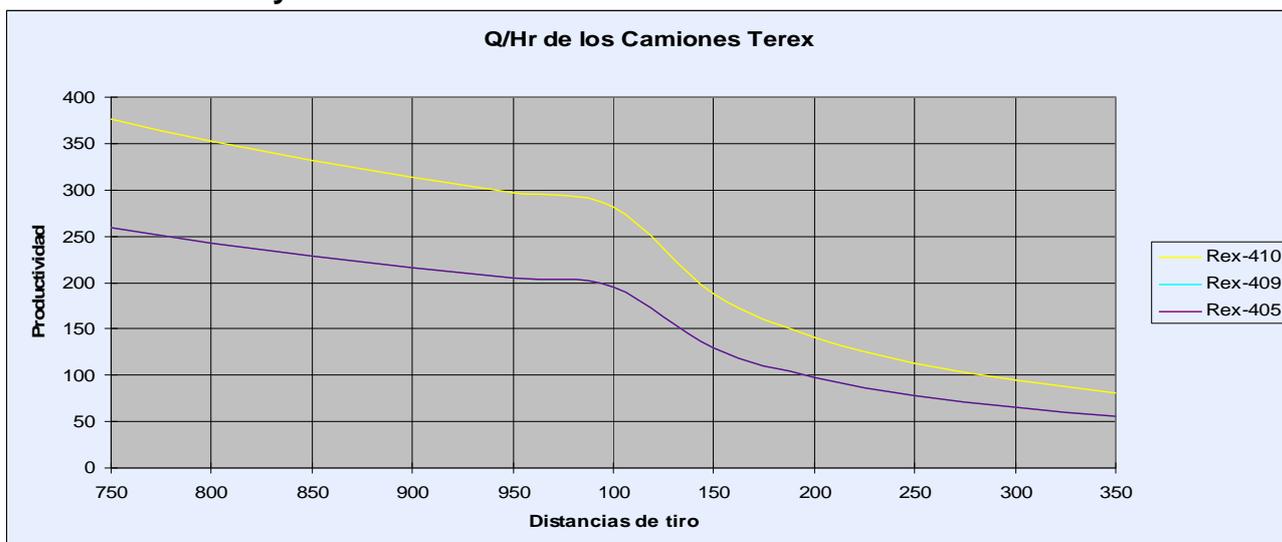


Tabla 20: Productividad por hora de los camiones Terex para diferentes distancias de tiro y excavadoras.

Q/Hr's de los Camiones Terex para diferentes Distancias de Tiro y Excavadoras												
Excavadoras	Distancias de Tiro(m)											
	750	800	850	900	950	1000	1500	2000	2500	3000	3500	
Rex-410	376,3	352,8	332,0	313,6	297,1	282,2	188,2	141,1	112,9	94,1	80,6	
Rex-409	259,4	243,2	228,9	216,2	204,8	194,5	129,7	97,3	77,8	64,9	55,6	
Rex-405	259,4	243,2	228,9	216,2	204,8	194,5	129,7	97,3	77,8	64,9	55,6	

Gráfica 6: Productividad por hora de los camiones Terex para diferentes distancias de tiro y excavadoras.



III.6: Transportador de Banda (Instalación):

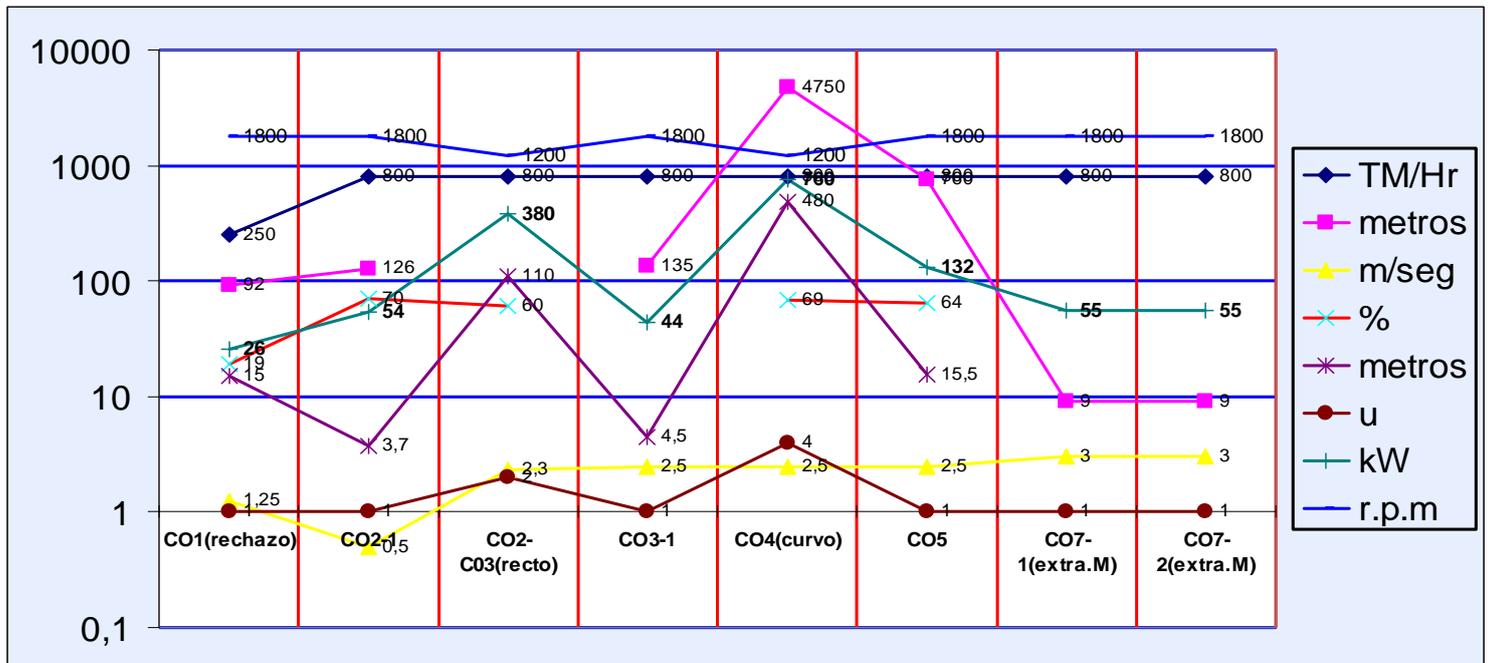
Como anteriormente se señaló, el transportador Pinares de Mayarí, se destina para el transporte de mineral laterítico de níquel desde la meseta Pinares de Mayarí hasta Piedra Gorda con una productividad de 800 t/h y una longitud total de 11Km., divididos en varias secciones que lo constituyen una planta de cribado, varios transportadores incluyendo uno curvo y una estación de ferrocarril para el llenado de los vagones que transportan el mineral hasta la fábrica de níquel situada en Nicaro.

Es importante señalar que la instalación no se trabaja a toda capacidad por variadas razones, entre ella por el cuidado de las bandas, generalmente la falta de vagones en P4 (punto de carga a vagones) y otras.

Tabla 21: Características técnicas del transportador (Instalación).

Instalación								
Transportador	Qhora	Longitud	Velcidad	Inclinación	Elevación	Motor	Potencia	Velocidad
unidades de medida	TM/Hr	metros	m/seg	%	metros	u	kW	r.p.m
CO1(rechazo)	250	92	1,25	19	15	1	26	1800
CO2-1	800	126	0,5	70	3,7	1	54	1800
CO2- CO3(recto)	800	4 545	2,3	60	110	2	380	1200
CO3-1	800	135	2,5	0	4,5	1	44	1800
CO4(curvo)	800	4750	2,5	69	480	4	760	1200
CO5	800	760	2,5	64	15,5	1	132	1800
CO7- 1(extra.M)	800	9	3	0	0	1	55	1800
CO7- 2(extra.M)	800	9	3	0	0	1	55	1800

Gráfica 7: Características técnicas del transportador (Instalación).



III.7: Transporte Ferroviario:

El transporte ferroviario es el destinado al transporte del mineral desde la mina hasta la Planta Metalúrgica.

Objetivo de trabajo de la UEB- Ferrocarriles:

El objetivo de esta unidad es transportar el mineral procedente de la mina hasta el depósito exterior de la planta metalúrgica Cmdte. René Ramos Latour haciendo uso del transporte ferroviario.

El Transportador lleva el mineral procedente de la Mina Pinares de Mayarí hasta P4 (Piedra Gorda), donde son cargados los vagones por medio de dos tolvas que pueden o no trabajar simultáneamente.

Una locomotora destinada a los trabajos dentro del patio de P4, traslada los vagones cargados hasta el cruce de Felton (Kilómetro 15) donde se realiza el cambio con los vagones vacíos que vienen del patio de ferrocarriles. La locomotora que recibe los vagones cargados pone marcha hacia la fábrica, donde descarga el mineral en el varadero del depósito exterior. La locomotora que recibe los vagones vacíos se traslada hacia P4 para cargarlos. Una locomotora se destina para los trabajos del patio de ferrocarriles.

Organización de los Trabajos:

Como tal las reparaciones de las locomotoras se realizan en Ciego de Ávila y la de los vagones en Camaguey, acá sólo se realizan reparaciones de pequeñas envergadura.

Se trabajan en **4 turnos (7:00- 19:00) y (19:00- 7:00)**. La tripulación de la máquina consta de **5** tripulantes. El parque de locomotoras es de **7**, **1** destinada para los movimientos del interior del patio de ferrocarriles, una para el traslado de los vagones vacíos hasta el cruce de Felton, una tercera destinada para el traslado de los vagones vacíos hasta **P4** y los movimientos dentro del patio de **P4**, y una cuarta en mantenimiento. El resto **(3)**, en

reparaciones prácticamente capitales. Estas locomotoras se enumeran desde la **02** hasta la **09**. Los vagones son de descargue lateral, y se usa un compresor para la inyección de la presión de aire necesario para el descargue del mineral.

En el viradero del depósito se descargan de (10-14) vagones de mineral seco en (40-45 min., en esto se consume de (25-35) L, y de (10-14) vagones en (60-80) min. para el mineral húmedo, consumiendo de (35-45) L.

Equipos Principales:

- 1- LOCOMOTORAS (DIESEL).**
- 2- VAGONES.**
- 3- COMPRESOR.**

1º: LOCOMOTORAS: como anteriormente se señaló, el parque de locomotoras es de **7 (4 en función)**. Estas locomotoras trabajan con **9 Atm.** Para el frenado, con un índice de consumo de combustible de **0.70 l/ t.**

Capacidad del depósito de combustible: 6 400L.

Índice de Combustible: 0.70 L/t.

Desde de Nicaro hasta el Crucero de Felton (Ida y vuelta):

Consumo diesel: (165-175) L

Índice de Consumo: (7.5-7.95)

Km's Totales recorridos: 22

Desde Crucero de Felton hasta P4 (Ida y Vuelta):

Consumo diesel: (180-190) L

Índice de Consumo: (6-6.33)

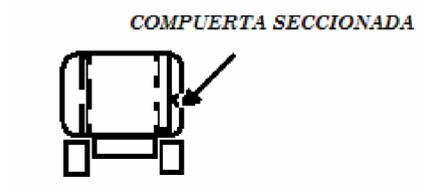
Km's Totales recorridos: 30

2º: VAGONES: el parque de vagones es de **133**, con un promedio de vagones operando **70**. Estos vagones son de descarga lateral, hidráulicos.

Tabla 22: características de los vagones.

TIPO	PROCEDENCIA	CARGA	PESO	PRESIÓN CON QUE TRABAJA EL VOLQUETE
1	CHECOS	65 t (36 m ³)	27 ^{1/2} t	6 atm.
2	JAPONESES (1980)	50 t (35 m ³)	28 t	(10-12) atm.
3	CANADIENSES	50 t (35 m ³)	28 t	(10-12) atm.

Los vagones Checos que trabajan con **6 atm.** Están regulados para el suministro de aire que le suministra el compresor para el proceso de descarga. Estos vagones son más altos que los Japoneses y los Canadienses, porque lo que tienden más a volcarse o descarrilarse, la compuerta de descarga esta seccionada en **2**.



3º: COMPRESOR: destinado para inyectar aire a los vagones para la descarga de los vagones en el varadero, se constan con dos compresores.

EQUIPOS AUXILIARES:

- 1- **KGT- V 949:** es un equipo multipropósito con tracciones neumáticas y sobre rieles, adaptable para realizar varias tareas.

VÍA FÉRREA:

En la vía desde el patio de ferrocarriles hasta **P4**, tenemos **9 puentes**, **14 curvas**. El ramal se divide en 2 tramos: tramo 1; del Km4- Km15; tramo 2; del Km15- Km30. El objetivo del mantenimiento es mantener la disponibilidad de las vías.

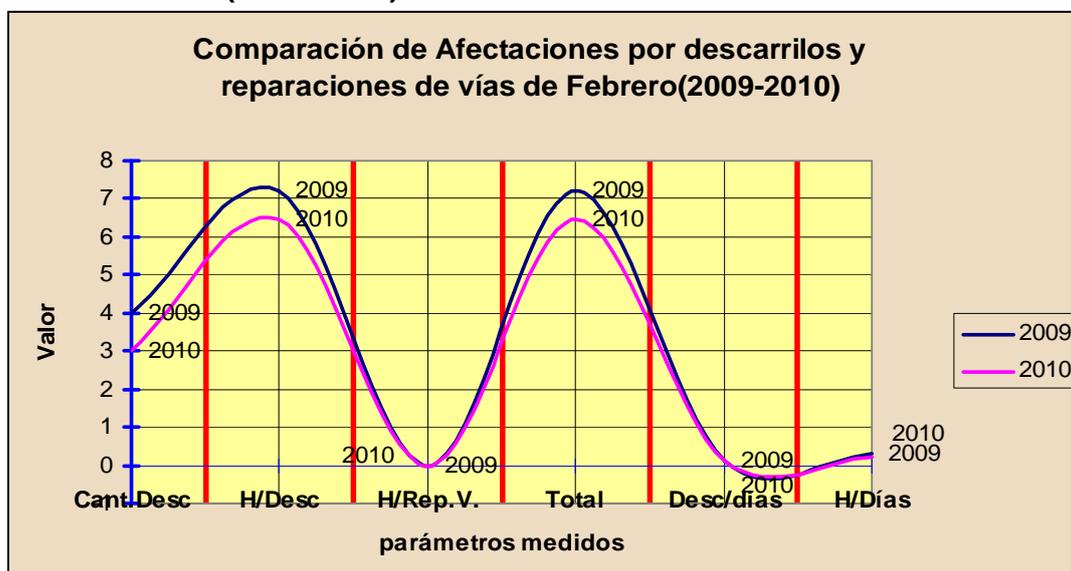
En las curvas del primer tramo es donde más descarrilos se producen. Las causas de estos están dados por:

- 1º: situación de las vías (traviesas en mal estado, vías abiertas y rieles)
- 2º: ruedas en mal estado (fuera de parámetros).
- 3º: malas operaciones.
- 4º: Atentados.

Tabla 23: Control de Afectaciones por descarrilos y reparaciones de la vía.

Días Laborables	Enero	Febrero	Total
	31	28	59
Cant.de descarrilos	5	3	8
H/Descarrilos	5.37	6.45	12.22
H/Reparación de vías	9.05	0.00	9.05
H/Total	14.42	6.45	21.27
Desc./Días	0.161	0.107	0.136
H/Días	0.465	0.230	0.361

Gráfica 8: Comparación de afectaciones por descarrilos y reparaciones de vías de Febrero (2009-2010).



Reglamento de las operaciones:

Es el mismo reglamento de los ferrocarriles nacionales (de transportación de personal), sólo que acá se rige de un reglamento más tajante debido a que se trabajan con pesos y volúmenes exagerados.

La licencia de los maquinistas de Ferrocarriles Nacionales no sirve como licencia operativa para los de transporte de mineral, primero debido a que se trabajan con grandes volúmenes y peso.

En la vía se usan señales de tránsito, además que se exige el cumplimiento de los deberes de los tripulantes.

III.7.1: Productividad del Transporte Ferroviario (actual).

El plan por turno es de 60 vagones, equivalente a 3 viajes, es necesario conocer que está en dependencia del tiempo de ciclo la cantidad de viajes por turno, es decir , que aprovechando netamente el tiempo se logra dar de 4 a 5 viajes con un promedio de vagones de 80-100 vagones por turnos.

Tiempo de Ciclo:

- Desde patio de Ferrocarriles hasta Crucero de Felton.

$$TC_1 = Trv + Trc + Tmv + Tmc$$

$$TC_1 = 35 + 55 + 5 + 15 = 110 \text{ min}$$

$$TC_1 = 1:50 \text{ h}$$

- Desde Crucero de Felton hasta P4:

$$TC_2 = Trv + Trc + Tmv + Tmc$$

$$TC_2 = 43 + 55 + 10 + 35 = 143 \text{ min}$$

$$TC_2 = 2:23 \text{ h.}$$

- Tiempo de ciclo total.

$$TC_{TOTAL} = TC_1 + TC_2$$

$$TC_{TOTAL} = 110 + 143$$

$$TC_{TOTAL} = 4:13 \text{ h.}$$

Viajes por Turnos:

$$V/T = T_{tur} / TC_{TOTAL}$$

$$V/T = 720/253$$

$$V/T = 2.8 = 3 \text{ viajes}$$

Productividad por Turno:

$$Q_t = V/T * 20 * 35$$

$$Q_t = 2100 \text{m}^3$$

Productividad Diaria:

$$Q_d = Q_t * C_t$$

$$Q_d = 4200 \text{m}^3$$

Productividad Anual:

$$Q_a = Q_d * 365$$

$$Q_a = 1\,533\,000 \text{m}^3$$

III.7.2: Productividad del Transporte Ferroviario (nueva propuesta):

Realizando el análisis de tiempo teniendo la distancia y velocidad promedio de desplazamiento, tenemos que:

Esta nueva propuesta consiste en el aprovechamiento de las locomotoras y ahorro de tiempo. Si tomamos una locomotora que se destine para el transporte del mineral desde P4 hasta la fábrica y los vagones vacíos desde esta hasta P4, una locomotora permanente en P4 para realizar todas las operaciones del patio y otra en el patio de ferrocarriles, sirviendo estas de reservas para la transportación de mineral en dependencia de donde se pueda presentar avería con la locomotora destinada para el transporte, se podría tener mayor disponibilidad, aún teniendo en cuenta que se tenga otra locomotora en mantenimiento, logrando entonces mayor ahorro de tiempo, evitando así el tiempo perdido en cambio de vagones de una locomotora a otra

y otros tiempos que se pierden por caso del sistema actual de transportación. Lo antes planteado se detalla en la tabla.

Tiempo de Ciclo:

- Desde patio de Ferrocarriles hasta P4.

TC= L/ V

TC= 30 Km/ 15 Km/h

TC= 2:00 h

- El tiempo de ciclo total vendría siendo:

TCtotal=TC+TMV+TMC+Totros

TCtotal=120+35+15+ 15

TCtotal=3:05 h

Tabla 24: Tabla comparativa del sistema de transportación utilizado y la nueva propuesta.

(Sistema)	TC	C.viajes/Turno	Vag/Turno	M3/Turno	M3/Día	M3/Año
Actual	4,13	3	60	2100	4200	1 533000
Nueva Propuesta	3,05	4	80	2800	5600	2044000

Nota: En el anexo 2 tenemos el consumo de diesel, vagones transportados y tonelaje de mineral transportado en los meses correspondientes a los meses de Enero-Febrero-Marzo de 2010.

III.8: Cuellos de Botellas determinados para cada actividad productiva de la Mina Pinares de Mayarí.

Haremos énfasis de las principales deficiencia que encontramos en todo el sistema productivo de la mina Pinares de Mayarí, dando algunas propuestas con el objetivo de realizar un estudio más profundo y detallado, para lograr aumentar la productividad, eficiencia y eficacia de las labores mineras y de la transportación del mineral a fábrica.

Escombreo:

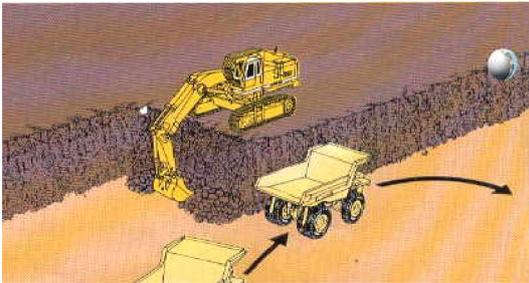
1. Utilización ineficiente del esquema tecnológico con las excavadoras.
2. No se aprovecha la jornada laboral eficientemente.
3. Falta de equipamiento necesario.

1. Utilización ineficiente del esquema tecnológico con las excavadoras.

La utilización correcta del esquema tecnológico permite que se logre un trabajo con eficiencia y eficacia, es decir, mayor aprovechamiento del tiempo de trabajo y con esto mayor volumen de escombros a extraer.

Para esto se propone:

A: Forma efectiva de ataque Retro-Camión:



(Fig. 5)

Buscar el menor ángulo de giro de las excavadoras para minimizar el tiempo y alargar la vida útil del equipo, además de buscar mayor visión para descargar sobre los medios de transporte, evitar choque y lograr un mayor acomodo del material en la cama.

B: Para lograr una mayor organización, se propone el trabajo por franjas

2. No se aprovecha la jornada laboral eficientemente:

Se presentan primeramente deficiencias con la llegada del turno a la mina, tiempo prolongado en horarios como el desayuno y almuerzo.

3. Falta de equipamiento necesario.

Se presenta graves problemas técnicos con los camiones, generalmente se trabaja con un solo camión.

Extracción:

1. Utilización ineficiente del esquema tecnológico con las excavadoras.
2. No se aprovecha la jornada laboral eficientemente.
3. Organización incorrecta del equipamiento

Como podemos observar se repiten las dos primeras deficiencias.

3. Organización incorrecta del equipamiento:

No se suele determinar la cantidad de camiones necesarios para los frentes de trabajos, es decir, que se trabajan con más camiones de los que se necesitan en un frente. Con esto aparecen los tiempos de espera, a veces prolongados para distancias de tiro relativamente cortas (se sobre utilizan los camiones). En otros casos, por distancias de tiro largas se utilizan menos de los camiones que se necesitan para mantener el ritmo productivo.

Transportador de Banda (Instalación):

1. Falta de material para los empalmes.
2. No se utiliza el punto de alimentación P1.

El punto de alimentación P1 se encuentra deteriorado por la corrosión y problemas técnicos (necesidad de reparación capital).

Transporte Ferroviario:

1. Malas condiciones de las vías y puentes.
2. Déficit de locomotoras.
3. Fuera de parámetros de las ruedas.
4. Pérdida de tiempo.

1. Malas condiciones de las vías y puentes:

El estado de la vía es algo que se debe trabajar más en ello, pues presentamos puentes en mal estado, 5Km con necesidad de reparación capital, aunque se realizan tareas importantes para la reparación y mantenimiento de las vías.

2. Déficit de Locomotoras:

El parque de locomotoras es de 7, en operaciones 3. (Mal estado técnico).

3. Fuera de parámetros de las ruedas.

Las ruedas por las grandes cargas que se transportan y el estado de las vías (abiertas), se producen grandes desgastes y partiduras de las pestañas.

4. Pérdida de tiempo:

Se pierde tiempo en la trayectoria de desplazamiento por diferentes razones, en el sistema de empleado de transportación, es decir, el cambio de locomotoras en el cruce de Felton, etc.

Capítulo IV: Valoración Económica.

Introducción:

El parámetro fundamental que indica la efectividad de cualquier operación o empresa que se haga es el costo de producción de una tonelada de mineral extraído. Por eso se tiene en cuenta los gastos directos que se originan durante el desbroce, destape y arranque; así como los gastos surgidos por concepto de mantenimiento. Los gastos directos que se originan durante el desbroce [G_d (desbroce)] están constituidos por la suma de los gastos por concepto de salario [G_s (desbroce)], los gastos por concepto de amortización de los equipos [G_a (desbroce)] y los gastos por concepto de combustibles [G_c (desbroce)].

IV.1: Cálculo económico para los trabajos de Escombreo y Extracción:

Tabla 25: Gastos por concepto de salarios.

Actividad	Cantidad de trabajadores en la actividad	Total de salario en el mes (\$)	Total de salario en el año (\$)	Salario medio
Escombreo	5	2889,7	34676,2	577,9
Extracción	7	4349,0	52187,7	621,3
Total	12	\$28954,7	\$347455,9	599,6

Los gastos por concepto de mantenimiento y reparaciones son de

\$ 18041,17 (G_{cm}).

Tabla 26: Amortización de equipos en la actividad de escombreo:

Equipo	Valor (\$)	Cantidad	Amortización anual (\$)
Excavadora	534830,00	1	36760,00
Camiones Articulados	346100,00	4	642629,08
Total	\$880930,00	5	\$679389,08

Tabla 27: Gastos por concepto de combustible en la actividad de escombreo:

Equipo	Consumo (l / h)	Tiempo Trab. (h)	Consumo (l)	Precio (\$)	Costo total (\$ / l)
Excavadora	35,00	2114	73990,00	0,55	40694,50
Camiones Articulados	21,07	4767	100440,69	0,55	55242,38
Total	56,07	6881,00	174430,69	1,10	\$95936,88

Gastos directos durante el escombreo:

$$G_d (\text{escombreo}) = G_s (\text{escombreo}) + G_a (\text{escombreo}) + G_c (\text{escombreo}) + G_{cm}$$

$$G_d (\text{escombreo}) = 8669.025 + 679389,08 + 95936,88 + 18041.17 = \$ 802036.23$$

Costo unitario para el escombreo:

$$Cu = G_d (\text{escombreo}) / V$$

$$Cu = 802036.23 / 327636$$

$$Cu = 2.45 \$/m^3$$

Donde:

V: volúmen de producción.

Tabla 28: Amortización de equipos en la actividad de extracción de mineral:

Equipo	Valor (\$)	Cantidad	Amortización anual (\$)
Excavadora	630900,00	2	86726,19
Camiones Rígidos	400502,95	5	929553,75
Total	\$1031402,95	7	\$1016279,94

Tabla 29: Gastos por concepto de combustible en la actividad de extracción de mineral:

Equipo	Consumo (l / h)	Tiempo Trab. (h)	Consumo l	Precio (\$)	Costo total (\$ / l)
Excavadora	35,00	2659	93065,00	0,55	51185,75
Camiones Rígidos	21,07	6103	128590,21	0,55	70724,62
Total	56,07	8762,00	221655,21	1,10	\$121910,37

Gastos directos durante la extracción de mineral:

$$G_d (\text{extracción}) = G_s (\text{extracción}) + G_a (\text{extracción}) + G_c (\text{extracción}) + G_{cm}$$

$$G_d (\text{extracción}) = 13046.93 + 1016279,94 + 121910,37 + 18041.17$$

$$G_d (\text{extracción}) = \$ 1169278.48 \text{ \$/t}$$

Costo unitario para la extracción de mineral:

$$Cu = G_d (\text{extracción}) / V$$

$$Cu = 1169278.48 / 377\ 298$$

$$Cu = 3.10 \text{ \$/t}$$

Donde:

V: volúmen de producción.

IV.2: Gastos directos generales

$$G_{dg} = G_d (\text{escombreo}) + G_d (\text{extracción}) + G_{cm}$$

$$G_{dg} = 802036.23 + 1169278.48$$

$$G_{dg} = \$ 1971314,71$$

IV.3: Gastos indirectos

$$G_{ind} = G_{dg} \times 0.06$$

$$G_{ind} = 1971314,71 \times 0,06$$

$$G_{ind} = \$ 118278,88$$

IV.4: Gastos totales

$$G_{totales} = G_{dg} + G_{ind}$$

$$G_{totales} = 1971314,71 + 118278,88$$

$$G_{totales} = \$ 2089593,59$$

Tabla 30: Resumen de gastos:

Gastos	Escombreo	Extracción de Mineral
Gs	8669,10	13047,00
Ga	679389,08	1016279,94
Gc	95936,88	121910,37
Gcm	18041,17	18041,17
Gasto total	802036,23	1169278,48
Costo unitario	2,45	3,10

En el Anexo 3 observamos este resumen de gastos gráficamente.

Nota: estos cálculos se realizaron en base al primer trimestre del año 2010.

CAPITULO V. Protección e higiene del trabajo y mitigación de impactos ambientales.

V.1: Protección e higiene del trabajo.

En la mina de Pinares de Mayarí, existen medidas de seguridad a cumplir cabalmente en cada puesto de trabajo, las cuales son de estricto cumplimiento para garantizar la máxima protección e higiene del trabajo.

Dentro de las normas de protección e higiene del trabajo (PTH) se tienen en cuenta 3 aspectos fundamentales:

Protección del hombre:

Advertir al trabajador sobre los posibles peligros del trabajo con o cerca de las máquinas e instrumentos personales de trabajo, los riesgos ambientales a que están sometidos, los posibles accidentes relacionados con el desplazamiento personal y colectivo, las normas para resguardar la salud mental, y en general estudiar y mejorar sistemáticamente todo el sistema y condiciones de vida laboral que rodean al trabajador.

Incremento de la productividad:

El objetivo principal es elevar la productividad del trabajo y evitar las pérdidas de tiempo por accidentes de trabajo que provocan alteraciones en el proceso productivo por el daño físico y mental a los trabajadores y el daño a las máquinas.

Eliminar gastos:

El aspecto económico en la prevención de accidentes es de vital importancia, no solo por las afectaciones que provoca en la producción de bienes materiales sino, además, por los gastos que ocasiona la curación de los accidentados y por los gastos de seguridad social.

V.2: Medidas generales de seguridad.

1. Se prohíbe operar equipos con defectos técnicos y con ausencia de algunas de sus partes.
2. Se prohíbe operar equipos a personas que no tengan la calificación y el permiso requerido.
3. En épocas de seca hay que regar convenientemente los caminos con agua para evitar las emanaciones de polvo.
4. Todos los equipos deben poseer sus correspondientes medios de extinción de incendio.

V.3: Protección del personal.

Es necesario acondicionar al obrero con medios individuales que los protejan de accidentes relacionados con su desplazamiento, equipos y sustancias dañinas.

En la tabla (25) se relacionan las partes del obrero que se deben proteger, así como los medios de protección y los requisitos básicos de estos medios.

Tabla 25. Relación entre el trabajador y los medios que deben usar para su protección.

Partes del cuerpo	Medio protector	Requisito que debe cumplir el medio protector.
Cabeza	Se usan cascos protectores que tienen como objetivo reducir el impacto de objetos que caigan de alturas más o menos elevadas.	Resistentes a impactos, al fuego, a la humedad, peso ligero, aislamiento de la electricidad.
Oídos	Tapones de oídos, orejeras o casco protector contra ruido.	Que atenúe el sonido, que tenga confort y durabilidad, que no tenga impactos nocivos sobre la piel, que conserven la palabra clara y que sea de fácil manejo.
Ojos y cara	Gafas protectoras, pantallas, viseras, caretas protectoras y espejuelos.	Protección adecuada para el riesgo específico que fue diseñado, comodidad en el uso de los mismos, ajuste

		perfecto y ninguna interferencia en los movimientos, durabilidad y facilidad de higienización.
Manos y brazos	Guantes, además almohadillas, protectores de brazo, mangas y protectores de dedos.	Que estén reforzados para que protejan al trabajador contra llamas, calor y cortaduras.
Tórax	Delantales de piel, de goma sintética y para ácido.	Deben proteger contra chispas, cortaduras y protección contra agua y tierra.
Pies y piernas	Botas de corte alto, tobilleras, polainas y almohadillas.	Casquillos de acero para los pies, que sean anticonductivos, antichispas y deben resistir las descargas eléctricas.
Vías respiratorias	Respiradores con filtro para polvo, mascarar con filtro para gases, respiradores con línea para aire y mascarar con puente para oxígeno.	Deben estar acorde con el elemento contaminante y el puesto de trabajo, no deben ser objetos que impidan que el trabajador realice sus actividades.

V.4: Instrucciones generales

Todos los trabajadores y operadores estarán instruidos en todo lo referente a PTH y con las siguientes recomendaciones:

1. No se permitirá operar los equipos de movimiento de tierra a personas que por sus indicaciones médicas no estén aptos.
2. Se revisaran las partes móviles y resguardos, cuyos desperfectos mecánicos puedan ocasionar incidentes.
3. Es necesario el uso de los medios de protección individual como son los cascos, espejuelos, botas de seguridad y botas de goma según el caso se requiera.
4. Se observará sistemáticamente el grado de inclinación y compactación de las pendientes, así como las irregularidades del terreno que puedan ocasionar incidentes.
5. La velocidad de operación de los equipos nunca será mayor de 40 Km/h.

6. El operador o chofer tendrá especial cuidado al realizar operaciones de marcha atrás, observando que nadie permanezca ni transite por el lugar hacia donde se dirige el equipo.
7. Mantener la velocidad de los vehículos por debajo del límite permisible en el horario nocturno o si la visibilidad por la lluvia, neblina o polvo lo impiden.
8. Observar las condiciones del terreno sobre todo después de la lluvia para evitar deslizamientos laterales de los vehículos en movimiento.
9. No efectuar maniobras con la retroexcavadora cuando el camión se posiciona para cargar.
10. Observar si aparecen aquellas señales de inestabilidad del terreno, tales como grietas o afluencia de agua.
11. Se mantendrá especial atención en las áreas por donde transiten personas o vehículos.
12. Al trabajar en la zona del río se observarán las condiciones micro climáticas, evitando trabajar cuando el mismo se encuentre crecido.
13. En los trabajos que se realicen cercanos a líneas eléctricas, se mantendrán las distancias de seguridad según las normas NC19-01-17 de SNCPHT.

V.5: Mitigación de impactos ambientales.

La labor preventiva considera los aspectos siguientes:

1. Relieve del terreno.
2. Red hidrográfica de la zona.
3. Condiciones climáticas.
4. Caracterización geológica de la zona.
5. Identificación de los focos contaminantes y de destrucciones actuales y futuras (frecuencia, magnitud, reversibilidad, duración y características geométricas de la fuente).
6. Características ingeniero - geológicas actuales y futuras de la región.
7. Planes detallados de la actividad minera a desarrollar y la posibilidad de que al terminar un tipo de minería se proceda a realizar otro tipo de minería.
8. Estudio de la biodiversidad de la región.

9. Contabilización de las especies vegetales y animales presentes.

Medidas preventivas:

1. Construir las trochas y caminos para trabajos topográficos y de muestreo geoquímica de manera que:
2. Tengan las dimensiones mínimas necesarias.
3. Que sigan direcciones adecuadas para minimizar la acción erosiva de las aguas y del viento.
4. Que tengan pendientes adecuadas, calculadas a partir de las funciones que tendrán.
5. Construir, en casos necesarios, cunetas con obras de ingeniería para la regulación del escurrimiento superficial.
6. Construir trampas de sedimentos en los lugares necesarios.

Elaborar un plan de minería que responda a los siguientes conceptos:

1. Menor número posible de frentes simultáneos de minería.
2. Desarrollar la minería, siempre que sea posible, en las direcciones que menos favorezcan la erosión por el viento y por las aguas.
3. Planificar zonas de depósito del suelo que se extrae en el desbroce de manera que se propicie su conservación y su posterior reubicación.
4. Diseñar escombreras con dimensiones adecuadas y en sitios adecuados que minimicen las acciones erosivas eólicas e hídricas.
5. Evitar la apertura de frentes de extracción no planificados.
6. Evitar los movimientos de tierra que obstruyan los ríos y los arroyos.
7. Represar y canalizar las aguas que transportan detritus para que los mismos sean sedimentados y no lleguen a los ríos y arroyos.

Desarrollar la actividad de desbroce de manera que:

1. Se garantice la protección de la capa vegetal.
2. Se garanticen zonas donde se reproduzcan las especies que conforman la biodiversidad de la zona.

Desarrollar la actividad de destape o escombreo de manera que:

1. El material debe ser depositado en los sitios seleccionados.
2. Las escombreras deben tener las dimensiones adecuadas.
3. Si se considera necesario se pueden construir empalizadas de sostenimiento o retención de taludes.
4. Considerar el vertimiento de gravas y semillas sobre las superficies para disminuir el escurrimiento superficial aumentando la estética y armonía del paisaje.
5. Trazado de surcos siguiendo las curvas de nivel para evitar una larga exposición del área denudada a los agentes atmosféricos.

Conclusiones.



1. El análisis realizado permite determinar la productividad y los consumos reales en las diferentes actividades de producción de la Mina Pinares de Mayarí, además de los cuellos de botella.
2. Se propone un nuevo sistema de transporte ferroviario para la mina Pinares, la cual permitió aumentar la productividad de las locomotoras y aprovechar más el tiempo.
3. Se logró instaurar un nuevo modelo de análisis de campo (programado en Excel), que permite determinar y pronosticar la productividad y el consumo de los equipos mineros.

Recomendaciones.



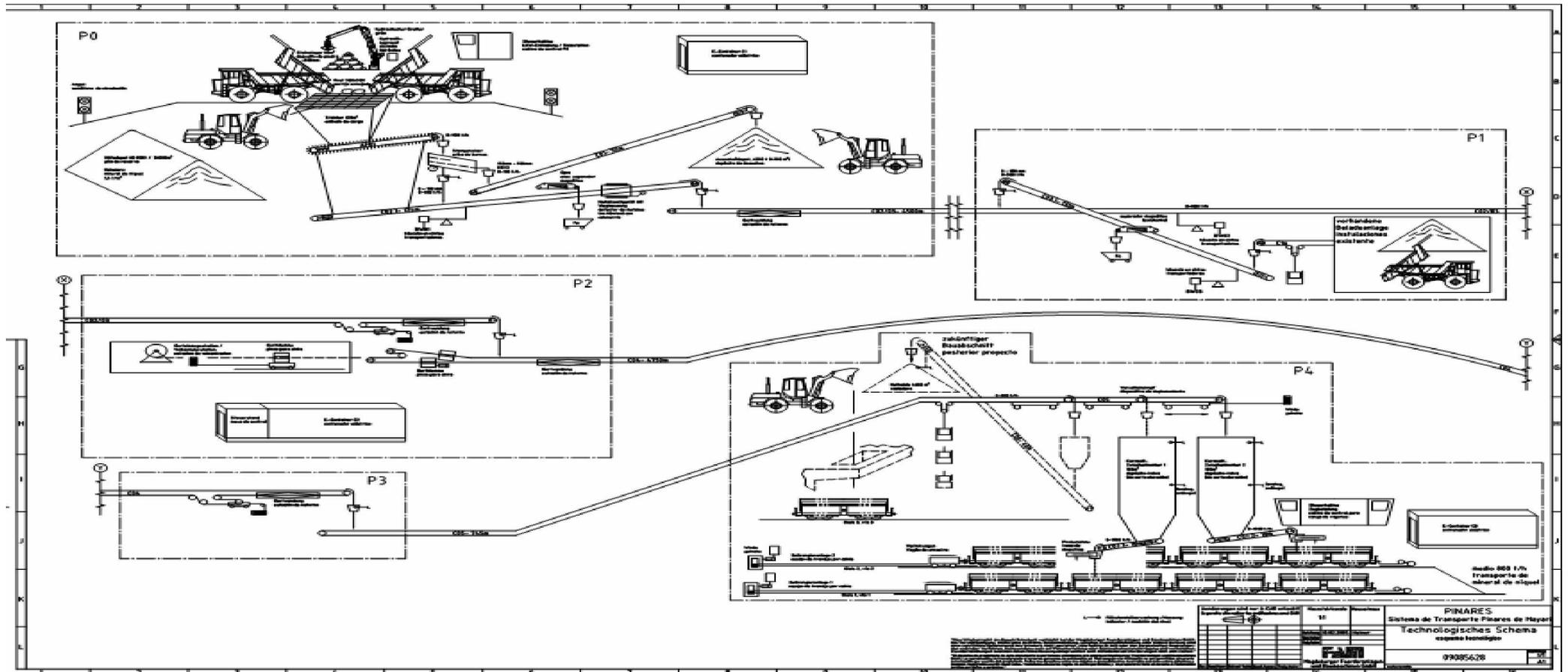
- q Continuar ajustando el modelo programado para el análisis y determinación de las productividades y consumo de los equipos mineros.
- q Que se haga uso del modelo de campo propuesto por los estudiantes en las prácticas de producción.
- q Utilizar este trabajo como guía de estudio para los estudiantes de la carrera de ingeniería de mina.

Bibliografía.

1. Bernal, S. Tecnología de Explotación a Cielo Abierto, Maestría de Minería, ISMM, Moa. 2005.
2. Colectivo de Autores (2001). Plan 2001: Subdirección de Minas, Empresa "Comandante Rene Ramos Latour" (ECRRL). Nicaro, ECRRL, 32 p.
3. Cuesta, A. Curso de Transporte Minero, Maestría de Minería, ISMM, Moa. 2005.
4. Esko Bjurman (2001). El Rincón del Operador. La Nueva Generación de Dúmpers Articulado ya ha Llegado. *VOLVO SPIRIT* 1(11):31.
5. Martins, F. P y Nogueira, S. S. (2001). Análisis de indicadores técnico – económicos y productivos del conjunto excavadora – camión utilizado en la Empresa del Níquel “Comandante René Ramos Latour” de Nicaro. Trabajo de Diploma del ISMM "Dr. Antonio Núñez Jiménez" de Moa.
6. Reportes diarios de Producción de la Mina Pinares de Mayarí., Nicaro. 2010.
7. Ulloa, M. Curso de Evaluación de Impactos, Maestría de Minería, ISMM, Moa. 2005.
8. Volvo (S/Ab). Libro de Instrucciones de las Retroexcavadoras Volvo EC650. Sweden, Volvo.
9. Volvo BM (S/Ac). Performance Manual Volvo BM ARTICULATED HAULERS. Sweden, Volvo, 120 p.

Anexos.

Anexo 1: Esquema tecnológico de la Instalación:



Anexo 2: Consumo de Combustible de las Locomotoras y Compresores en el primer trimestre del 2010 Primera Quincena de Enero

Año 2010		Mes: Enero															
		Días															
Nº	Equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	Loc.91003	0	200	500	325	500	200	100	800	0	500	350	400	500	0	0	4375
2	Loc.91005	0	0	0	0	0	0	500	0	1200	0	0	300	0	1000	0	3000
3	Loc.91006	0	0	2000	950	1000	1100	950	700	1000	1200	1200	1300	800	1500	1400	15100
4	Loc.91008	0	750	1200	1150	600	1000	800	200	500	900	1100	1000	1200	1500	1200	13100
5	Comp.702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Comp.704	0	90	120	120	120	90	75	75	120	120	120	120	120	120	120	1530

Total Final Diario	0	1040	3820	2545	2220	2390	2425	1775	2820	2720	2770	3120	2620	4120	2720		37105
Vag.Transp.	0	40	121	140	100	97	76	33	120	135	120	140	135	160	136		1553

Toneladas
52802
Lts/Tn
0,70

Segunda Quincena de Enero

Año 2010

Mes: Enero

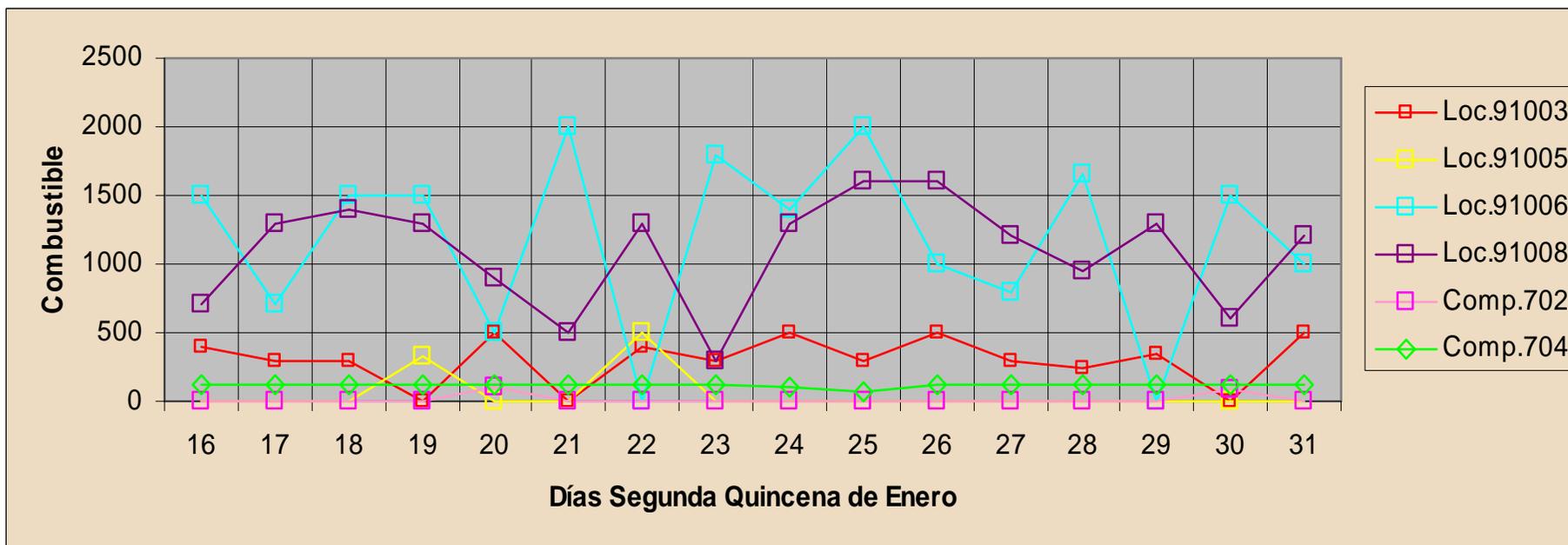
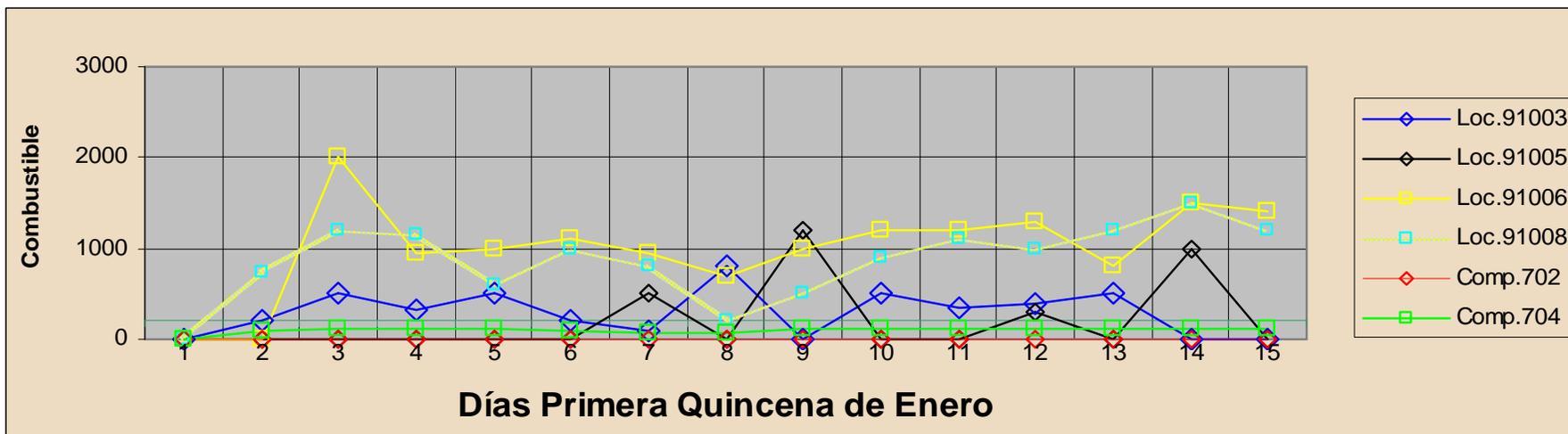
Días

Nº	Equipos	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total	Final
1	Loc.91003	400	300	300	0	500	0	400	300	500	300	500	300	250	350	0	500	4900	9275
2	Loc.91005	0	0	0	325	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	825	3825
3	Loc.91006	1500	700	1500	1500	500	2000	0	1800	1400	2000	1000	800	1650	0	1500	1000	18850	33950
4	Loc.91008	700	1300	1400	1300	900	500	1300	300	1300	1600	1600	1200	950	1300	600	1200	17450	30550
5	Comp.702	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	175	175
6	Comp.704	120	120	120	120	120	120	120	120	96	77	120	120	120	120	120	120	1853	3383

Total Final Diario	2720	2420	3320	3245	2115	2620	2320	2520	3296	3977	3220	2420	2970	1770	2300	2820	44053	81158
Vag.Transp.	113	120	155	143	81	66	161	97	160	140	160	120	120	141	80	160	2017	3570

Toneladas	121380
68578	
Lts/Tn	0,7
0,64	

Balance		
Plan:	34Tn/V	121380
Real:	33,32	118952
L/Tn:	0,7	



Primera Quincena de Febrero

Año 2010															Mes: Febrero		
Días																	
Nº	Equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	Loc.91003	0	300	400	250	0	100	200	300	400	100	300	300	300	200	200	3350
2	Loc.91005	500	1200	1000	0	1500	0	0	0	0	0	0	600	0	0	0	4800
3	Loc.91006	1200	1300	0	2500	0	1300	0	2000	500	2000	700	1200	900	1600	1000	16200
4	Loc.91008	1200	1250	1600	900	1300	900	1000	1100	1300	1200	900	1000	1100	900	800	16450
5	Comp.702	0	120	0	0	0	0	116	0	0	0	0	120	0	0	0	356
6	Comp.704	90	90	120	120	82	85	0	100	120	100	100	90	120	120	65	1402

Total Final Diario	2990	4260	3120	3770	2882	2385	1316	3500	2320	3400	2000	3310	2420	2820	2065	42558
Vag.Transp.	140	140	121	140	140	120	117	118	180	162	100	117	131	140	20	1886

Toneladas
64124
Lts/Tn
0,66

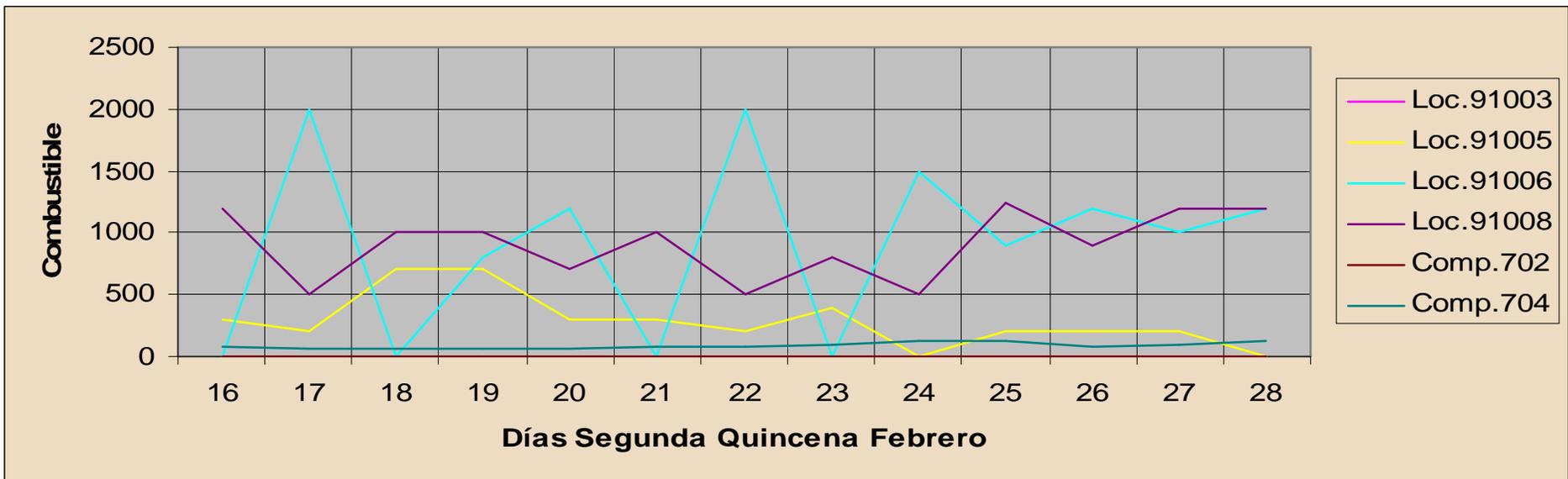
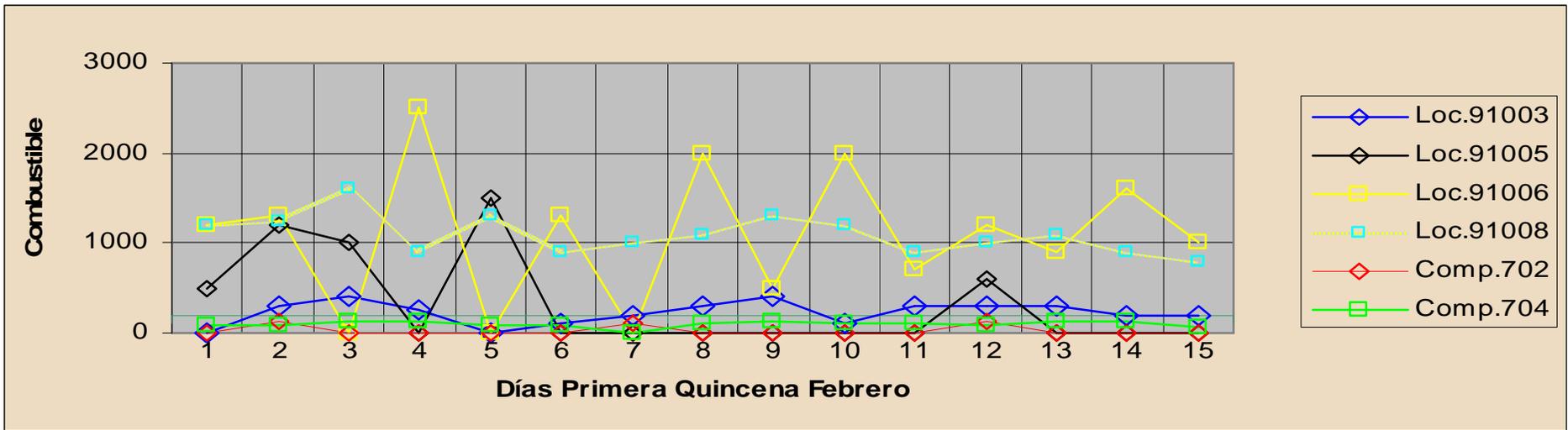
Segunda Quincena de Febrero

Año 2010														Mes: Febrero		
Días																
Nº	Equipos	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total	Final
1	Loc.91003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3350
2	Loc.91005	300	200	700	700	300	300	200	400	0	200	200	200	0	3700	8500
3	Loc.91006	0	2000	0	800	1200	0	2000	0	1500	900	1200	1000	1200	11800	28000
4	Loc.91008	1200	500	1000	1000	700	1000	500	800	500	1250	900	1200	1200	11750	28200
5	Comp.702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	356
6	Comp.704	85	60	65	65	70	80	80	95	120	120	80	100	120	1140	2542

Total Final Diario	1585	2760	1765	2565	2270	1380	2780	1295	2120	2470	2380	2500	2520	28390	70948
Vag.Transp.	140	80	117	100	60	117	101	96	40	160	120	120	130	1381	3267

Tn.
46954
Lts/Tn
0,60

Balance		
Plan:	34Tn/V	111078
Real:	32,24	105328
L/Tn:	0,63	



Primera Quincena de Marzo.

Año 2010		Mes: Marzo															
		Días															
Nº	Equipos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	Loc.91003	0	500	0	0	0	0	0	0	900	0	0	0	0	0	0	1400
2	Loc.91005	800	0	0	1500	0	1000	200	300	100	500	0	0	400	300	0	5100
3	Loc.91006	1300	1300	2000	0	1300	0	1800	900	800	1600	1000	1200	1000	0	2000	16200
4	Loc.91008	1400	900	1200	800	1400	1500	800	900	1100	1100	1000	900	700	900	500	15100
5	Comp.702	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	60	0	0	130
6	Comp.704	120	120	120	120	100	85	120	120	120	120	120	110	90	85	120	1670

Total Final Diario	3620	2820	3320	2420	2800	2655	2920	2220	3020	3320	2120	2210	2250	1285	2620		39600
Vag.Transp.	140	100	140	120	140	121	141	121	135	160	90	114	71	52	120		1765

Toneladas
60010
Lts/Tn
0,66

Segunda Quincena de Marzo.

Año 2010

Mes: Marzo

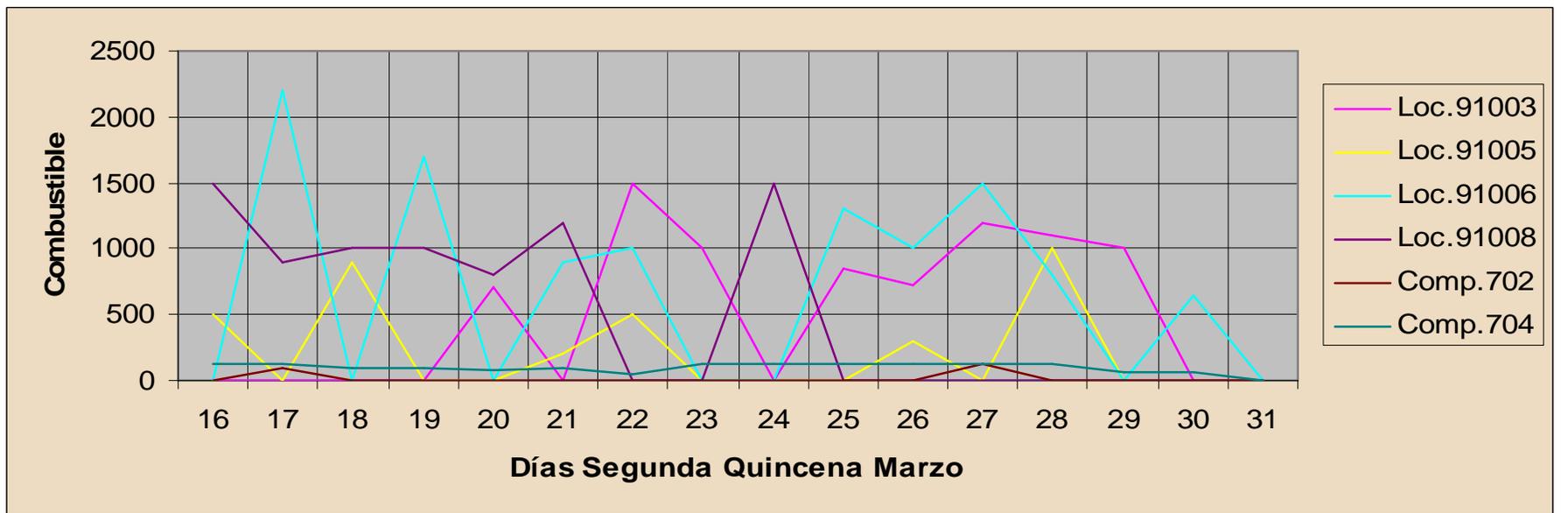
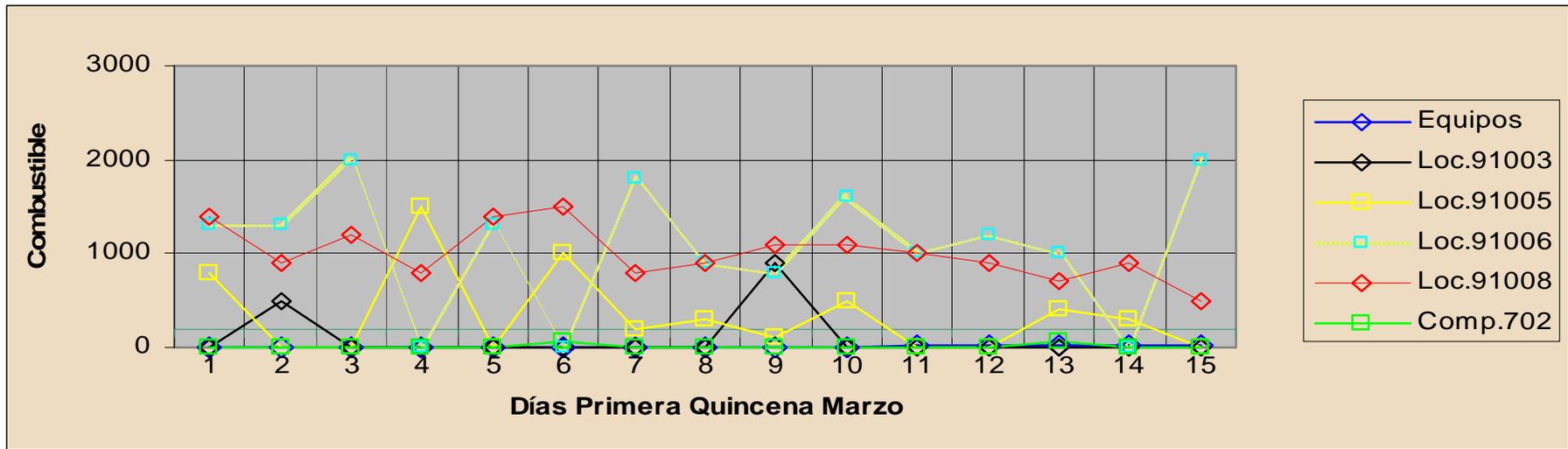
Días

Nº	Equipos	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total	Final
1	Loc.91003	0	0	0	0	700	0	1500	1000	0	850	725	1200	1100	1000	0	0	8075	9475
2	Loc.91005	500	0	900	0	0	200	500	0	0	0	300	0	1000	0	0	0	3400	8500
3	Loc.91006	0	2200	0	1700	0	900	1000	0	0	1300	1000	1500	800	0	650	0	11050	27250
4	Loc.91008	1500	900	1000	1000	800	1200	0	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	7900	23000
5	Comp.702	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	220	350
6	Comp.704	120	120	100	100	85	100	45	120	120	120	120	120	120	70	60	0	1520	3190

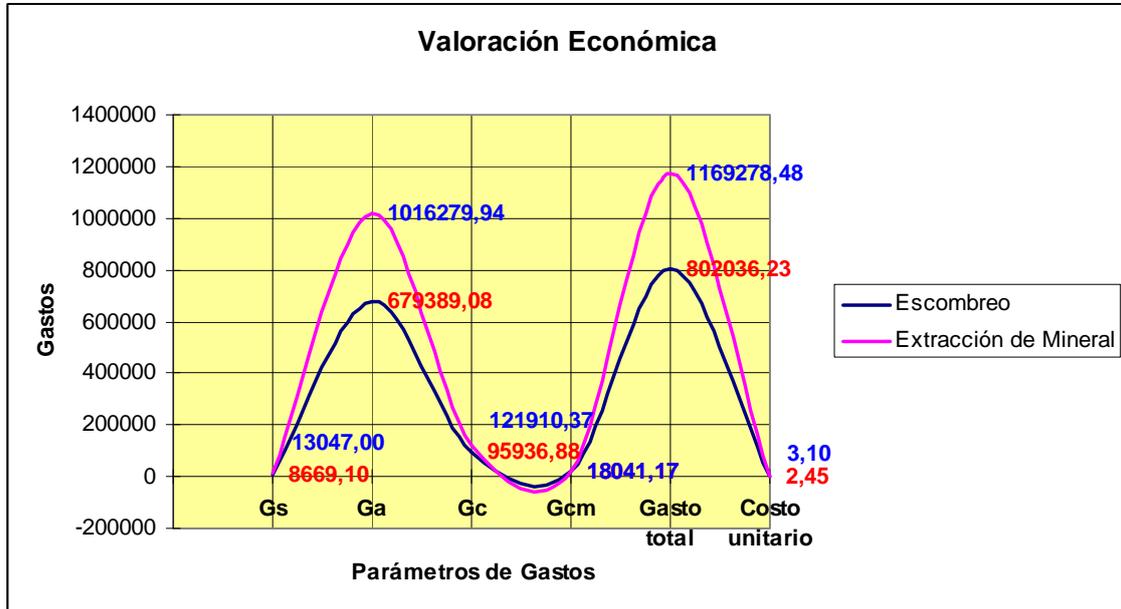
Total Final																			
Diario	2120	3320	2000	2800	1585	2400	3045	1120	1620	2270	2145	2940	3020	1070	710	0		32165	71765
Vag.Transp.	120	120	100	100	80	100	107	52	54	100	40	140	140	120	72	100		1545	3310

Toneladas	
52530	112540
Lts/Tn	
0,61	0,6

Balance		
Plan:	34Tn/V	112540
Real:	32,95	109065
L/Tn:	0,6	



Anexo 3:



Gráfica 9: Resumen de gastos de las dos principales actividades productivas de la mina.