

MINERÍA DE CAMPO  
(PASANTÍA INDUSTRIAL)

**ANÁLISIS PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN CANTERA LAS MARÍAS  
C.A.**

INFORME DE MINERÍA DE CAMPO  
BR. DAVID ORLANDO SOLÓRZANO SULBARAN  
DEPARTAMENTO DE MINAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

CARACAS, ABRIL 2019

MINERÍA DE CAMPO (PASANTÍA)

**ANÁLISIS PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN CANTERA LAS MARÍAS  
C.A.**

TUTORA ACADÉMICA: MARIANNE GARRIDO

TUTOR INDUSTRIAL: ING. OMAR VIELMA

CARACAS, ABRIL 2019

## **RESUMEN**

### **ANÁLISIS DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN EN CANTERA LAS MARÍAS C.A.**

*Bachiller Solórzano S., David Orlando*

*Tutora Académica: Prof. Marianne Garrido*

*Tutor Industrial: Ing. Omar Vielma*

La empresa “Cantera Las Marías” ubicada en el sector Filas de Mariche de la parroquia La Dolorita perteneciente al Estado Bolivariano de Miranda, actualmente desarrolla las actividades de extracción de material de roca Caliza. Este material es utilizado, como agregado de construcción en sus diferentes terminaciones: polvillo, arrocillo, piedra  $\frac{3}{4}$ , piedra 1, piedra 3, Ripio y piedra bruta, según lo estipula su plan de explotación en la fase I que va desde el 2012 hasta el 2018. Revisando y haciendo una comparación entre los planes de explotación y del libro minero de la empresa, puso en evidencia que no existe una metodología que permita el control de la producción. En este contexto se decide implementar para el mes de agosto del 2018 una metodología estableciendo el rendimiento, la utilización y las horas de presencia de toda la maquinaria de la cantera que incide en la producción real contraponiéndose con la producción planificada que se refleja en el plan de explotación, esto con el propósito final de realizar un análisis crítico de lo que está ocurriendo a fin de puntuar los factores que afectan la producción real. Esta metodología permitió diagnosticar que acontece en las actividades de extracción y producción del material, y permitió catalogar la disponibilidad tanto física como mecánica de toda la maquinaria de la cantera, estableciendo así los índices claves de producción KPI.

Aplicada la metodología se analizó y evaluó la información, obteniendo como resultado deficiencias significativas entre la producción planificada y la producción real. Los factores

obtenidos de estos resultados expresan que la producción real no coincide con la producción planificada alejándose en promedio un 90% de la producción real. Teniendo un declive que se aleja cada año gradualmente en lo planificado en el plan de explotación para su primera fase. Entre los factores que explican este declive se encontró la falta de actualización tecnológica y mantenimiento de la maquinaria de la empresa.

Palabras Claves: *Cantera de Caliza, Canteras Las Marías C.A., Producción, Cantera – Planificación, Índice de Claves Producción.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por regalarme aliento de vida en cada instante y por permitir experimentar su amor y su infinita misericordia.

A toda mi familia, por apoyarme en cada paso firme en mí caminar por la vida. En especial a mis padres, Iraida Sulbarán y Apolinar Solórzano los amo mucho.

A la U.C.V., por ser mí casa de estudio e impartirme todos los conocimientos necesarios para realización de esta pasantía.

A Cantera Las Marías y a todo su personal, por abrirme las puertas de la empresa y hacerme sentir uno más del equipo de trabajo, por brindarme el apoyo que me hicieron crecer profesionalmente y personalmente, en especial al Sr. Jorge Romero, La Sra. Gloria, Carmen, Liliana, Miguel, La Gata por las experiencias vividas

Al Instituto Autónomo para el Desarrollo Minero del Estado Bolivariano de Miranda IADEMIN, por ser el vínculo de canalización para la realización de las pasantías, a mis compañeros de trabajo Maria Fernanda Hernández, Magda Acosta, Andreina Ramos y Alfredo López, en especial a la Presidenta del IADEMIN Abg. Susana Bejarano por ser una jefa excepcional y dejarme crecer profesionalmente.

Al Ingeniero Ambiental Omar Vielma, por su apoyo y su experiencia.

A mis profesores, en especial a las Profesoras Aurora Piña, Katherine Silva, Alba Castillo y Sasha Cazal por formarme más allá del ámbito académico.

A mis amigos de la universidad, de la iglesia, en especial a Esther Báez, Samuel Muñoz, Jesús Delgado, Veronica Muskus, Débora Báez y Demilis López mis mejores amigos por apoyarme y tenerme siempre presente durante este periodo de pasantías.

En fin, a todos los que hicieron posibles este pequeño paso para después lograr un paso más grande.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	3
ANÁLISIS DEL CONTROL DE PRODUCCIÓN EN CANTERA LAS MARÍAS C.A. ....	3
AGRADECIMIENTOS .....	5
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPITULO I .....	11
GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	11
Ubicación .....	11
Figura 1. Ubicación de Cantera Las Marías C.A. Fuente: Tomado de Google Earth .....	11
Acceso .....	12
Reseña Histórica.....	12
Visión.....	13
Misión .....	13
CAPÍTULO II .....	14
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
Descripción de la Investigación.....	14
Planteamiento del problema. ....	14
Objetivos de la investigación. ....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos. ....	16
Justificación de la investigación.....	16
Alcance y limitaciones.....	17
Alcance.....	17
Limitaciones. ....	17
CAPITULO III .....	18
MARCO TEÓRICO .....	18

Cantera Las Marías – Plan de Explotación .....	18
Geología Regional. ....	18
Geología Local .....	19
Figura 3. Afloramiento de esquistos al noreste de la cantera .....	20
Figura 4. Afloramiento de mármol en talud de la cantera.....	21
Método de Explotación.....	21
Fases de Explotación.....	22
Capacidad de Producción.....	23
CAPITULO IV.....	24
DESCRIPCIÓN Y ANÁLISI DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
Producción Planificada.....	24
Producciones anual y mensual.....	24
Producción mensual.....	24
Tabla 1. Producción mensual planificada 2012.....	24
Tabla 2. Producción mensual planificada del periodo 2013-2018.....	25
Producción anual. ....	26
Tabla 3. Producción anual planificada periodo 2012 -2018.....	26
Grafico 1. Producción planificada vs Tiempo .....	27
Producción Real .....	27
Producción anual. ....	27
Tabla 4. Producción real anual del periodo 2012 -2018 .....	27
Grafico 2. Producción real vs Tiempo .....	28
Tabla 5. Producción Planificada vs Producción Real .....	29
Horas de Paradas .....	30
Índices Claves de Producción (KPI) .....	30
Cálculos y Análisis .....	31
Excavadora 330B Caterpillar – Martillo. ....	31
Tabla 6. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 1.....	31
Tabla 7. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 2.....	31
Tabla 8. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 3.....	32
Tabla 9. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 4.....	32
Tabla 10. KPI - Excavadora 330B Caterpillar .....	33

Cargador Frontal – 980C Caterpillar. ....	33
Tabla 11. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 1.....	33
Tabla 12. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 2.....	34
Tabla 13. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 3.....	34
Tabla 14. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 4.....	34
Tabla 15. KPI – Cargador frontal 980C Caterpillar .....	35
TEREX T-35. ....	36
Tabla 16. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 1.....	36
Tabla 17. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 2.....	36
Tabla 18. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 3.....	36
Tabla 19. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 4.....	37
Tabla 20. KPI – TEREX (T-35) .....	37
Eficiencia de las Operaciones.....	38
Figura 5. Eficiencia de las Operaciones – Elaboración Propia.....	38
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye el informe de las actividades realizadas durante las pasantías efectuadas en la “Cantera Las Marías”. Este informe refleja la investigación realizada sobre el proceso de producción de la empresa

La empresa “Cantera Las Marías” ubicada en el sector Filas de Mariche perteneciente al Estado Bolivariano de Miranda, desarrolla actividades de extracción de material de roca Caliza. La producción real de esta empresa, en los actuales momentos, refleja una desviación significativa con respecto al plan de explotación establecido para el período 2012 – 2018. Los indicios presentados, en primera instancia, permitieron focalizar la investigación a realizar en este período de pasantías sobre el proceso de producción a fin de analizar y evaluar las causas de la disminución detectada.

En este contexto se decidió implementar para el mes de agosto de 2018 una metodología para establecer el rendimiento, la utilización y las horas de presencia de toda la maquinaria de la cantera que incide en la producción real, esto con el propósito final de realizar un análisis crítico de los factores que afectan la producción y la alejan del plan de explotación establecido para el período señalado.

El presente informe contempla en el capítulo I las generalidades de la empresa, en el capítulo II las generalidades de la investigación, en el capítulo III el marco teórico que sustenta la investigación y en el capítulo IV la descripción y análisis de los resultados. Posteriormente se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

#### Ubicación

Cantera Las Marias se localiza a 9,5 Km aproximadamente “Hacienda Lira”, en el sector de Filas de Mariche de la parroquia La Dolorita, en el municipio Sucre del estado Bolivariano de Miranda. (Ver Figura 1).



Figura 1. Ubicación de Cantera Las Marías C.A. Fuente: Tomado de Google Earth

## **Acceso**

El acceso se inicia desde la Carretera Nacional Petare – Guarenas, a la altura del Km 7, se toma la vía que conduce hacia La Dolorita, y luego hacia la cantera. Específicamente, partiendo de la Urbanización Miranda, se avanzan 2km, por la Carretera Nacional Petare – Guarenas, luego se toma la vía hacia Santa Lucía por espacio de 5km, a continuación, se recorren otros 5km, atravesando el barrio La Dolorita y Filas de Mariche, para finalmente recorrer 2km de carretera asfaltada de la Hacienda Lira para llegar a la entrada de la cantera.

## **Reseña Histórica**

En el año 1962 la Empresa “Cantera Las Marías C.A.” fue constituida, para lo cual se adquirió un lote de terreno que formo parte de la Hacienda Lira, con el fin de realizar la extracción producción y comercialización de los diferentes minerales no metálicos que se encuentran en dicha Hacienda, cabe destacar que esta cantera era explotada años atrás y se conocía con el nombre de El Encantado.

La actividad que realiza la Empresa consiste en la explotación de roca caliza en terrenos de la Hacienda Lira a través de la extracción, trituración y clasificación volumétrica de la roca para obtener piedra picada, arrocillo y polvo de piedra. El arranque de la roca se ha efectuado de manera racional y ordenada con el uso de explosivos, acarreo de la roca extraída hasta la planta de trituración y clasificación, almacenamiento de productos (piedra picada), comercialización, obras de conservación de los suelos, etc., siguiendo las pautas técnicas establecidas por el Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales, con la finalidad de evitar el deterioro que se pueda causar a los recursos naturales del sector y áreas adyacentes a la zona de explotación., así como para la preservación y mejor utilización del yacimiento

de roca caliza en sí, garantizando de esta manera la existencia de este mineral para generaciones futuras.

### **Visión**

Ser la cantera proveedora de piedra caliza procesada de la mayor calidad que requiera el sector construcción, de manera segura y oportuna, con excelentes relaciones con las Comunidades y un manejo adecuado de los recursos naturales.

### **Misión**

- Procesar adecuadamente los recursos naturales (piedra caliza).
- Promover el desarrollo del sector construcción.
- Fortalecer el procesamiento de piedra caliza dentro del marco legal vigente.
- Crear una sólida imagen de la Cantera Las Marías con credibilidad nacional, haciendo rentable el negocio a sus inversionistas.

## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Descripción de la Investigación**

##### **Planteamiento del problema.**

La minería es una actividad económica que requiere de un plan de explotación. Este plan se sustenta en estudios de prospección y exploración, que puntualizan no sólo el tipo de mineral a explotar, su calidad y reservas, sino que también perfilan el método de explotación, la maquinaria adecuada y de manera específica proyectan el tiempo de vida útil de la mina. A través de este plan se evidencia la sustentabilidad y rentabilidad del proyecto, que garantiza su producción. En este contexto la producción se convierte en uno de los objetivos de la actividad minera, sin dejar de lado el área ambiental que esta actividad involucra.

La producción se visualiza en el tiempo de vida útil estimado en el proyecto inicial, de allí que es fundamental analizar los factores que puedan incidir positiva o negativamente en ésta. Existen factores externos e internos que pueden afectar la producción. Entre los factores externos podemos encontrar la dinámica establecida en el mercado para la compra y venta del mineral, de igual forma las condiciones ambientales que puedan incidir sobre el ejercicio de la actividad minera. Los factores internos son atribuibles a la dinámica de la empresa que desarrolla el proyecto. Entre esos factores podemos encontrar entre otros: los relativos al tipo, calidad y manejo del personal, al mantenimiento de las maquinarias, de los taludes y a la aplicación de técnicas inadecuadas en la explotación del mineral.

Canteras “Las Marías” es una empresa que comercializa la roca caliza en sus diferentes terminaciones: polvillo, arrocillo, piedra  $\frac{3}{4}$ , piedra 1, piedra 3, Ripio y piedra bruta. Su plan de explotación está establecido en dos fases: del 2012 al 2018 y del 2019 al 2024. Al revisar la producción de la empresa, en primera instancia se detectó una discrepancia entre lo establecido en el plan y el libro minero. Se encontró para el mes de julio de 2018 que estaba planificada la producción de 27.000 metros cúbicos mensuales, cuando la explotación real fue de 2801,8. Esto representa una desviación de 89,62%. Este dato pone en evidencia que hay problemas graves en la producción

En este contexto se pretende con esta investigación indagar en los factores que puedan explicar esta gran desviación. Se indagará en los factores internos, en tanto son de más fácil detección y control, hecho que posibilitará el establecimiento de planes de recuperación de la producción.

La presente investigación intentará dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la producción de la etapa I de la cantera “Las Marías”?
- ¿Se puede compilar la información para cada equipo de carga y acarreo donde se especifiquen las horas de paradas, de presencia, de trabajo?
- De acuerdo al metodología, ¿cuál es el estimado de la producción de la cantera “Las Marías”?
- ¿Cuáles son las causas de la disminución de la producción?

## **Objetivos de la investigación.**

### **Objetivo general.**

Analizar la producción al inicio y al final de la etapa I del Plan de Explotación 2012-2018 de Cantera Las Marías C.A. según la metodología estableciendo el rendimiento, la utilización y las horas de presencia.

### **Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la producción de la etapa I del Plan de Explotación 2012-2024
- Compilar la información para cada equipo de carga y acarreo donde se especifiquen las horas de paradas, de presencia, de trabajo.
- Aplicar la Metodología para la producción del mes de Agosto del 2018.
- Analizar y evaluar las causas de la disminución de la producción tomando en cuenta el rendimiento, el coeficiente de utilización y las horas de presencia de los equipos, unificando las variables de tiempo y producción.

## **Justificación de la investigación.**

Estudiar la producción de una empresa minera permite obtener datos fidedignos de su estado. La información reportada permitirá ver que tan cerca o tan lejos se está del referente establecido en el plan de explotación. En este sentido este estudio es de real importancia, debido a que aportará información que facilitará la toma de decisiones que conlleven a mejorar los niveles de eficiencia en la producción de la misma.

## **Alcance y limitaciones.**

### **Alcance.**

Este trabajo permitirá analizar la producción al inicio y al final de la etapa I del Plan de Explotación 2012-2018 de la empresa Cantera Las Marías C.A. Esta investigación brindará información específica sobre los factores que pudiesen estar afectando su producción, base de la toma de decisiones necesaria para hacer eficiente la producción.

### **Limitaciones.**

Las fallas eléctricas, los factores ambientales (lluvia) y el tiempo utilizado por la empresa para el mantenimiento correctivo, condicionaron el tiempo de ejecución de las operaciones de la empresa, hecho limitó en cierta medida el registro de la información.

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Cantera Las Marías – Plan de Explotación**

##### **Geología Regional.**

El marco geológico del yacimiento de roca caliza (en realidad mármol, pues es roca metamórfica) de Cantera Las Marías, se encuentra enclavado regionalmente en el Miembro o Fase Zenda de la Formación Las Brisas, en el macizo central de la Cordillera de la Costa, en el estado Miranda, de gran complejidad geológico-estructural.

El sistema montañoso de la Cordillera de la Costa se extiende en el Norte de Venezuela en dirección Oeste – Este, alcanza aproximadamente 870km de largo y una anchura variable entre 10 y 80km (Huber, 1984); al Oeste comienza en el estado Yaracuy y culmina hacia el Este bordeando la porción central de la costa venezolana con el Mar Caribe para luego reaparecer en la región Septentrional de la isla de Trinidad. En el Norte, este sistema montañoso separa la región Litoral Caribe, de las llanuras aluviales de la Cuenca del Orinoco zona mejor conocida como Llanos Venezolanos cuya extensión es desplazada hacia el Sur de la Cordillera. (Ver Figura 2 Mapa Geológico)

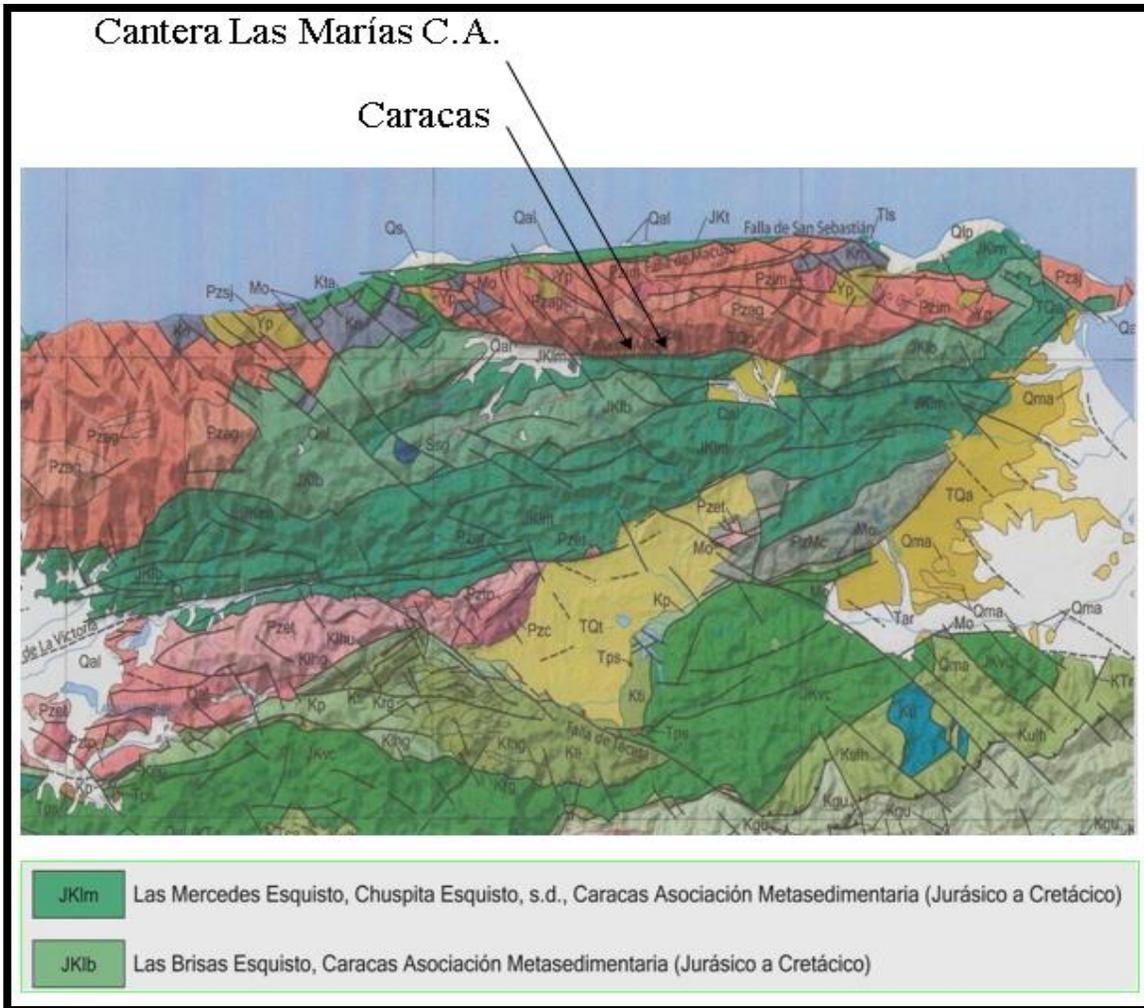


Figura 2. Mapa Geológico Tomado de: Plan de Explotación año 2012 Canteras Las Marías.

### **Geología Local .**

Localmente se observa una secuencia típica de la Fase o Miembro Zenda interestratificado con los esquistos cuarzo-feldespático-micáceos típicos de la Formación Las Brisas (Foto II.1), es decir, de tope a base, de esquistos-mármolesquistos, de rumbo general Este-Oeste y buzamiento general hacia el Sur, destacándose la gruesa y masiva presencia del mármol (Foto II.2), que aflora en toda la superficie de la cantera con un espesor medido en superficie de unos doscientos cincuenta

metros. La gruesa secuencia de mármol, hacia el centro y oeste de la cantera, contiene delgadas capas de esquistos micáceos cuarcíticos, que se presentan plegados y fallados localmente.

Se desconoce hasta que profundidad continúa la secuencia de mármol, pero afloramientos del mismo se observan en las márgenes del Río Guaire a unos 200 metros más abajo de la cota 950 de la cantera en dirección Oeste, en cuyo escarpado continúa la traza de la roca y donde aflora extensamente.

Hacia el este, la secuencia de mármol desaparece debajo de los esquistos y parece adelgazarse en forma lenticular. No obstante, el mármol se observa de nuevo hacia el noreste en el área conocido localmente como Los Naranjos, donde hubo explotación del mismo. Hacia el Oeste la secuencia de rocas es cortada y desplazada por una falla transversal de movimiento dextral, que controla el curso del Río Guaire.



Figura 3. Afloramiento de esquistos al noreste de la cantera

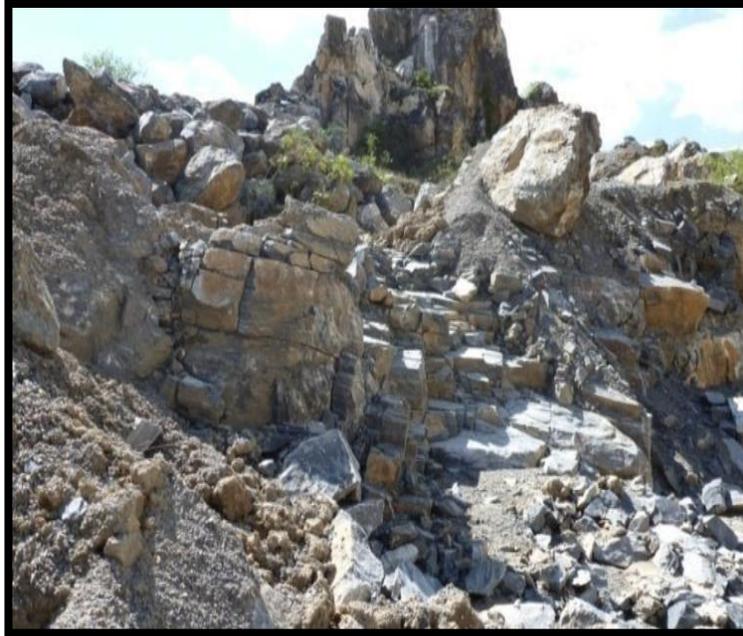


Figura 4. Afloramiento de mármol en talud de la cantera

#### **Método de Explotación.**

El sistema de explotación de Cantera Las Marías, C.A. es a “Cielo Abierto”. Esta explotación se realiza mediante bancos diseñados conformes con la producción planificada y seguridad que exige cada frente de trabajo, los parámetros son aproximadamente diez (10) metros de altura en promedio de todas las terrazas, una berma superior a catorce (14) metros y una inclinación de 80°; los cuales tienen un comportamiento competente con los equipos mineros, todas las terrazas están comunicadas por medio de rampas de acceso que no exceden una pendiente del 10%. Las rampas de acceso fueron diseñadas de tal forma que no sobrepasen el 10% de pendiente equivalente a los 9° de inclinación de cada terraplén. Respecto a los anchos de vías se diseñaron rampas de hasta 14 metros de ancho operativo para facilitar el acceso en doble vía de los camiones roqueros en ambas direcciones y también para el tránsito de los equipos livianos de manera segura, evitando inconvenientes de riesgo

o que puedan retrasar el proceso productivo y garantizar la seguridad en toda la operación minera.

### **Fases de Explotación.**

El proceso de producción de la empresa comienza con la etapa de limpieza de frentes que consiste en la conformación de pisos o áreas casi horizontales para comenzar la etapa de perforación en cada sector programado en los diferentes bancos de caliza. Para esta conformación de pisos y acceso se utiliza un Payloader Caterpillar 980C, dando paso a que los equipos de perforación ingresen al lugar. Los equipos de perforación de la empresa son de la marca Ingersoll Rand LM-500C de martillo hidráulico y un Emc-350 de martillo en cabeza neumático.

Una vez efectuada la perforación con la cuadrícula programada, se inicia la etapa de arranque al proceder a la ejecución de la voladura controlada para generar el menor ruido y sobre presión de la onda al ambiente utilizando explosivos y accesorios de punta en el mercado minero venezolano. Una vez que el banco es detonado, los equipos de acarreo ingresan a los frentes de explotación, para ello se utilizan payloader 980C Caterpillar y para transportar el material camiones roqueros marca Terex de 26m<sup>3</sup>; los cuales descargan este a las tolvas de las plantas directamente (en algunos casos los payloader alimentan las plantas directamente con material que se encuentra en los depósitos de cada Planta). Ya estando el material en estas plantas, es llevado por retritución y clasificación a los tamaños comerciales. Finalmente el producto es despachado a los clientes de dos formas, una directamente por las tolvas destinadas para tal fin y la segunda con Payloader.

El material sobretamaño producto de las voladuras no admisible directamente en la trituración es apartado y acumulado para la posterior fragmentación con el martillo hidráulico.

Actualmente, Cantera Las Marías proyecta una explotación del yacimiento en una Fase de doce (12) años que se ejecutaría en dos etapas de seis (6) años cada una, la primera etapa sería desde el año 2012 hasta el 2018 y la segunda etapa comprendería el periodo desde el 2018 hasta el 2024; cumpliéndose a cabalidad la producción estimada que sería de un millón ochocientos mil metros cúbicos (1.800.000 m<sup>3</sup>) para extraer en cada etapa; para un total al finalizar la Fase de tres millones seiscientos mil metros cúbicos (3.600.000 m<sup>3</sup>) a razón de una producción mensual de veintisiete mil metros cúbicos (27.000 m<sup>3</sup>) aproximadamente.

### **Capacidad de Producción.**

La producción actual en Cantera Las Marías está por el orden de los 17.000 m<sup>3</sup> y 26.000m<sup>3</sup> mensuales de producto final aproximadamente, esta producción depende directamente del requerimiento de agregados en el sector de la construcción.

## CAPITULO IV

### DESCRIPCIÓN Y ANÁLISI DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### Producción Planificada

En la etapa I del plan de explotación comprendida y evaluada desde 2012 hasta agosto de 2018 se planificó anualmente las siguientes producciones:

#### Producciones anual y mensual.

#### *Producción mensual.*

Tabla 1. Producción mensual planificada 2012

Mes	Producción mensual planificada $m^3$
Enero	30.288
Febrero	30.288
Marzo	30.288
Abril	30.288
Mayo	30.288
Junio	30.288
Julio	30.288
Agosto	30.288
Septiembre	30.288
Octubre	27.000
Noviembre	27.000
Diciembre	30.288

<b>Total anual</b>	356.880
<b>Promedio</b>	29.740

La producción Planificada para el periodo del 2013-2018 se mantuvo anualmente en 27000 m<sup>3</sup>/mensual. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Producción mensual planificada del periodo 2013-2018

<b>Mes</b>	<b>Producción mensual planificada m<sup>3</sup></b>
<b>Enero</b>	27.000
<b>Febrero</b>	27.000
<b>Marzo</b>	27.000
<b>Abril</b>	27.000
<b>Mayo</b>	27.000
<b>Junio</b>	27.000
<b>Julio</b>	27.000
<b>Agosto</b>	27.000
<b>Septiembre</b>	27.000
<b>Octubre</b>	27.000
<b>Noviembre</b>	27.000
<b>Diciembre</b>	27.000
<b>Total anual</b>	324.000
<b>Promedio</b>	27.000

***Producción anual.***

Tabla 3. Producción anual planificada periodo 2012 -2018

<b>Año</b>	<b>Producción anual planificada</b> <i>m</i> <sup>3</sup>
<b>2012</b>	356.880
<b>2013</b>	324.000
<b>2014</b>	324.000
<b>2015</b>	324.000
<b>2016</b>	324.000
<b>2017</b>	324.000
<b>2018</b>	324.000
<b>Total periodo</b> <b>2012-2018</b>	2.300.880



Grafico 1. Producción planificada vs Tiempo

### Producción Real

La realidad con respecto a la producción en Cantera Las Marías C.A. Siendo esta información tomada del libro minero de la empresa es la siguiente:

#### Producción anual.

Tabla 4. Producción real anual del periodo 2012 -2018

Año	Producción real anual $m^3$
2012	226.245,83
2013	229.962,21
2014	203.419,65

<b>2015</b>	156.325,99
<b>2016</b>	75.991,93
<b>2017</b>	42.919,73
<b>2018</b>	17.853,05
<b>Total periodo</b>	952.718,39
<b>2012-2018</b>	

Haciendo una comparación entre la producción propuesta en la etapa I del plan de explotación y la producción real según el libro minero de la empresa, se tiene que hay diferencias considerables entre ambas producciones a medida que transcurre los años, obteniendo desviaciones hasta un 86,75% siendo esta desviación la correspondiente al año 2018 hasta el mes de agosto.

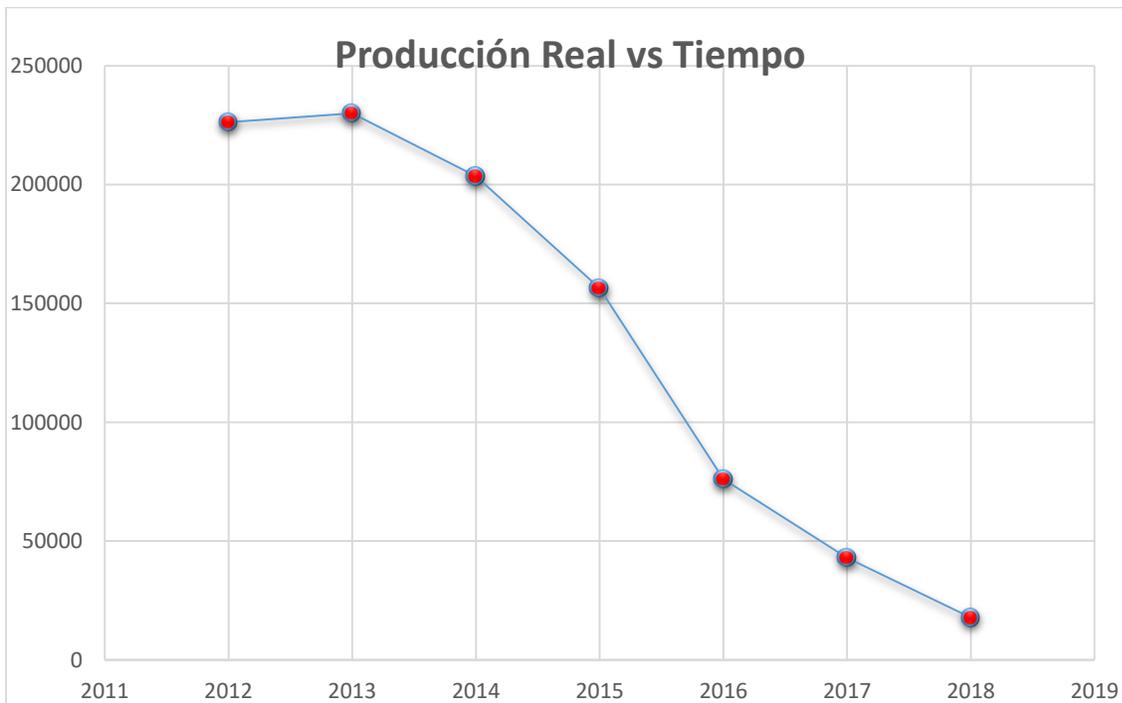


Grafico 2. Producción real vs Tiempo

Tabla 5. Producción Planificada vs Producción Real

<b>Año</b>	<b>Producción Planificada m<sup>3</sup></b>	<b>Producción Real m<sup>3</sup></b>	<b>Desviación</b>
<b>2012</b>	354.000	226245.83	<b>36%</b>
<b>2013</b>	324.000	229962.21	<b>29%</b>
<b>2014</b>	324.000	203419.65	<b>37%</b>
<b>2015</b>	324.000	156325.99	<b>51,75%</b>
<b>2016</b>	324.000	75991.93	<b>76,55%</b>
<b>2017</b>	324.000	42919.73	<b>86,75%</b>
<b>2018</b>	324.000	17853.05	<b>94.5%</b>

Para poder controlar esta desviación tan alta de lo teórico y la realidad se plantea usar la metodología propuesta en los onjetivos y los Índices Claves de Producción o KPI. La metodología establece que, para cada maquinaria de las operaciones unitarias de carga y acarreo la producción está en función del rendimiento, la utilización y las horas de presencia. Para los siguientes equipos:

- Excavadora – 330B Caterpillar
- Cargador Frontal – 980C Caterpillar
- TEREX T-35

Se plantea las siguientes ecuaciones según la metodología:

$$Producción = Rendimiento \times Utilización \times Horas de Presencia \quad (1)$$

$$Horas de Presencia = Turno de Trabajo \quad (2)$$

$$\text{Horas Netas} = \text{Horas de Presencia} - \text{Horas de Paradas} \quad (3)$$

### **Horas de Paradas**

Para cada maquinaria que corresponde a las operaciones unitarias de carga, acarreo y transporte se clasificó las horas de parada de la siguiente manera:

- Interferencia
- Falta de operador
- Falta de material
- Reposición de combustible
- Traslado
- Voladura
- Trabajos impropios
- Mantenimiento

### **Índices Claves de Producción (KPI)**

- Tiempo de Operación – T.O.
- Tiempo de Reparación - T.R.
- Tiempo Disponible - T.D.
- Tiempo Total – T.T.

Disponibilidad Mecánica (D.M.)

$$D.M. = \frac{T.O.}{T.O. + T.R.} \times 100 \quad (4)$$

Disponibilidad Física (D.F.)

$$D.F. = \frac{T.O. + T.D.}{T.T.} \times 100 \quad (5)$$

## Cálculos y Análisis

Aplicando las ecuaciones 1, 2, 3, 4 y 5 para el análisis de la producción en las maquinarias antes mencionadas y los datos de utilización y rendimiento proporcionados por el mecánico encargado de las actividades de la cantara Miguel Fontenlos se obtiene que:

### Excavadora 330B Caterpillar – Martillo.

- Control de la Producción Metodología

Tabla 6. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 1

Interferencia 0h	Traslado 30min
Falta de Operador 0h	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 0h

Tabla 7. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 2

Interferencia 720min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 480min	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 360min

Tabla 8. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 3

Interferencia 1440min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0min	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 120min

Tabla 9. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 4

Interferencia 220min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 480min	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 60min

$$\text{Horas de Presencia} = 8\text{Horas} \sim 480 \text{ min} * 21\text{días Laborados} = 10080\text{min}$$

$$\text{Horas de Paradas} = 4240\text{min}$$

$$\text{Horas Netas} = 10080\text{min} - 4240\text{min}$$

$$\text{Horas Netas} = 5840\text{min} \sim 97.33\text{h} \sim 58\%$$

$$\text{Rendimiento} = 50\%$$

$$\text{Utilización} = 80\%$$

$$\text{Producción} = 0.50 \times 0.80 \times 0.58$$

$$\text{Producción} = 23,2\%$$

- Índices Claves de Producción (KPI)

Tabla 10. KPI - Excavadora 330B Caterpillar

<b>Semana</b>	<b>Disponibilidad Mecánica (D.M.)</b>	<b>Disponibilidad Física (D.F.)</b>
<b>1</b>	96.38%	98%
<b>2</b>	59.3%	94.75%
<b>3</b>	64.51%	65.63%
<b>4</b>	73.80%	82.3%
<b>Total</b>	<b>73.5%</b>	<b>85.17%</b>

Evaluando el rendimiento de la Excavadora 330B Caterpillar usada como martillo picador de la caliza, evidencia que, las horas de paradas mostradas en las tablas 6, 7, 8 y 9 de este equipo es casi la mitad que las horas netas en ejecución, con un rendimiento del 50% y una utilización del 80% dan como resultado 23,2% de la producción real.

#### **Cargador Frontal – 980C Caterpillar.**

- Control de la Producción Metodología

Tabla 11. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 1

Interferencia 0h	Traslado 30min
Falta de Operador 0h	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 0h

Tabla 12. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 2

Interferencia 720min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0h	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 60min

Tabla 13. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 3

Interferencia 1440min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0min	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 0min

Tabla 14. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 4

Interferencia 220min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 0

$$\text{Horas de Presencia} = 8\text{Horas} \sim 480 \text{ min} * 21\text{días Laborados} = 10080\text{min}$$

$$\text{Horas de Paradas} = 2500\text{min}$$

$$\text{Horas Netas} = 10080\text{min} - 2500\text{min}$$

$$\text{Horas Netas} = 7580\text{min} \sim 126.33\text{h} \sim 75\%$$

$$\text{Rendimiento} = 70\%$$

$$\text{Utilización} = 100\%$$

$$\text{Producción} = 0.70 \times 1 \times 0.75$$

$$\text{Producción} = 52.5\%$$

- Índices Claves de Producción (KPI)

Tabla 15. KPI – Cargador frontal 980C Caterpillar

<b>Semana</b>	<b>Disponibilidad Mecánica (D.M.)</b>	<b>Disponibilidad Física (D.F.)</b>
<b>1</b>	96.38%	98%
<b>2</b>	62%	81.88%
<b>3</b>	61%	68%
<b>4</b>	88.5%	93.5%
<b>Total</b>	<b>76.97%</b>	<b>85.35%</b>

El rendimiento del Cargador 980C Caterpillar proporciona que, las horas de paradas mostradas en las tablas 11, 12, 13 y 14 de este equipo es un cuarto de las horas netas en ejecución, con un rendimiento del 70% y una utilización del 100% dan como resultado favorables de 52,5% de la producción real.

## TEREX T-35.

- Control de la Producción Metodología

Tabla 16. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 1

Interferencia 0h	Traslado 30min
Falta de Operador 0h	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 0h

Tabla 17. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 2

Interferencia 720min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 0

Tabla 18. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 3

Interferencia 1440min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0min	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 240min

Tabla 19. Clasificación según las Horas de Paradas – Semana 4

Interferencia 220min (Lluvia/Luz)	Traslado 30min
Falta de Operador 0	Voladura 0h
Falta de Material 0h	Trabajos impropios 0h
Reposición de Combustible 60min	Mantenimiento 1800min

$$\text{Horas de Presencia} = 8\text{Horas} \sim 480 \text{ min} * 21\text{días Laborados} = 10080\text{min}$$

$$\text{Horas de Paradas} = 2110\text{min}$$

$$\text{Horas Netas} = 10080\text{min} - 2110\text{min}$$

$$\text{Horas Netas} = 7970 \text{ min} \sim 133\text{Horas} \sim 79.2\%$$

$$\text{Rendimiento} = 40\%$$

$$\text{Utilización} = 70\%$$

$$\text{Producción} = 0.40 \times 0.70 \times 0.792$$

$$\text{Producción} = 22.12\%$$

- Índices Claves de Producción (KPI)

Tabla 20. KPI – TEREX (T-35)

Semana	Disponibilidad Mecánica (D.M.)	Disponibilidad Física (D.F.)
<b>1</b>	96%	98%
<b>2</b>	74.7%	83%
<b>3</b>	57.5%	63%

<b>4</b>	53.19%	56%
<b>Total</b>	<b>70.3%</b>	<b>75%</b>

Este último equipo de acarreo del material arroja un 22,12% de la producción real.

### Eficiencia de las Operaciones

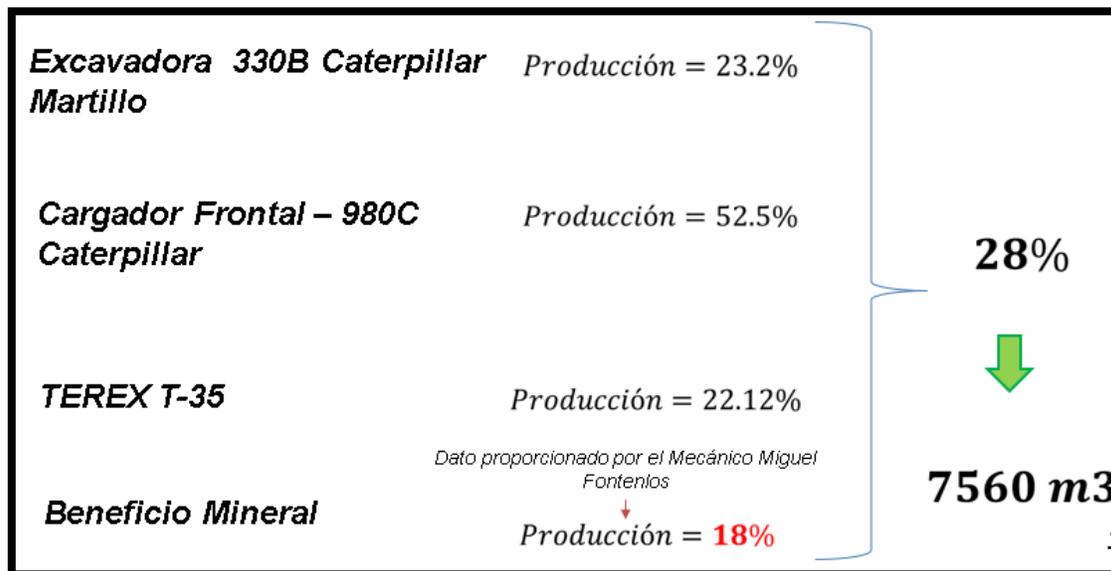


Figura 5. Eficiencia de las Operaciones – Elaboración Propia

Haciendo un promedio de producción en todas las maquinarias a evaluar y sumándole el beneficio mineral se tiene que el promedio estas cuatro (4) maquinarias radica en un 28% de la producción planificada que se transforma en 7,560 m3/mensuales lo que significa que anualmente sería una producción 90.720 m3/anual un valor que se acerca más a la realidad que atraviesa la empresa.

En el mes de agosto de 2018 la producción fue de 2.178,05 m3 y poniéndola en contrapeso con una producción analizada de 7.560 m3 por la metodología y los KPI evidencia que hay una

desviación de 28,8% que es más aceptable que las desviaciones que se reflejan entre la producción real y la producción planteada en el plan de explotación.

## CONCLUSIONES

El tiempo es un factor crítico y muy importante para lograr el mejoramiento, orden y equilibrio de una planificación minera a corto, mediano y largo plazo. Recordando que el tiempo perdido es dinero perdido.

A través la metodología al mes de Agosto del presente año, predice el comportamiento de la producción en la empresa y permite el control en la toma de decisiones para futuras planificaciones.

Promediar la eficiencia de las operaciones resulta un 28% en la producción planificada en el mes de Agosto lo que equivale a 7560 m<sup>3</sup>.

Cantera Las Marías, C.A. al no tener un control ordenado en sus operaciones deja en evidencia que la producción es afectada hasta un 94.5% al no tener un registro y una planificación de los tiempos de las operaciones.

Comparando las desviaciones en la producción es preferible tener en cuenta una 28% que una de 94,5%. Concluyendo que esta metodología se acerca más a la realidad.

## **RECOMENDACIONES**

Implementar la metodología expuesta en este trabajo de pasantías en momentos en que la producción disminuya considerablemente con respecto a la producción estipulada en el plan de explotación

Establecer un plan de mantenimiento preventivo que mitiguen el deterioro, el rendimiento y la utilización de las maquinarias.

Hacer una propuesta de compras de maquinarias nuevas para optimizar la eficiencia de la producción.

Hacer un nuevo plan de explotación para la fase II comprendida en el periodo 2019-2024 que refleje una producción calculada con los planteamientos de este trabajo de pasantías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAHACA, G (2015) *Plan para el mantenimiento preventivo y correctivo programado de la flota de operaciones unitarias en Cantera Las Marías C.A.* (Informe de Pasantía Industrial) Universidad Central de Venezuela. Caracas

Cantera Las Marías, C.A. (2011) Plan de explotación 2012 – 2014

CAZAL, S (2013) *Propuesta de cierre de Cantera Las Marías, Estado Miranda, como aporte al Ministerio Del Poder Popular de Petróleo Y Minería en las Políticas Mineras.* Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela Caracas