

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT)**

Estudio de factibilidad para el procesamiento y comercialización del total del material explotado de la cantera “Perla del Pacífico”.

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero de Minas**

Presentado por:

Carlos Andrés Chérrez Sánchez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas y cada una de las personas que pusieron su esfuerzo, directa o indirectamente, para la culminación de este. Para mi familia, Papá, mamá, hermana, esposa e hija, por su apoyo y motivación diaria durante la última etapa universitaria. Para mi amiga, Tatiana Malagón, que, gracias a su persistente motivación y ejemplo, me dio la convicción para culminar una etapa más.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Jaime Gaibor y a la señora Ginger Gaibor por permitirme realizar este proyecto en su empresa, GLOBALMAPRI S.A.; y a los señores Gerardo Gaibor y Agustín Arcos por brindarme su apoyo en la toma de datos durante todo el proyecto. También, Agradezco de sobremanera a la Ing. Samantha Jiménez, al Ing. Wilmer Vázquez y al Ing. Christian Alvear por brindarme su guía y conocimientos para el desarrollo satisfactorio del presente.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Carlos Andrés Chérrez Sánchez* doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Carlos Andrés Chérrez Sánchez

# EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:  
**SAMANTHA TAMARA  
JIMENEZ OYOLA**

**ING. Samantha Jiménez Oyola**

PROFESOR DE LA MATERIA



Firmado electrónicamente por:  
**JESUS WASHINGTON  
CRESPO QUINTERO**

**ING. Jesús Crespo Quintero**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

GLOBALMAPRI es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de calizas, la cual tiene su concesión minera ubicada en la comuna San Antonio, cantón Playas. Además, la empresa cuenta con una planta procesadora ubicada en Guayaquil. Frente a la baja competitividad que presenta debido a los elevados costos de transportación, la empresa comercializa el 89% de su recurso mineral como roca. Sabiendo que, la roca procesada tiene un mayor valor en el mercado, el presente proyecto tiene como finalidad evaluar la factibilidad para el procesamiento y comercialización del recurso mineral, como material procesado, proveniente del volumen de producción de la cantera “Perla del Pacífico”, frente a un amplio mercado derivado del incremento de las industrias con aplicación del carbonato de calcio. Para esto, se realizó un análisis de mercado que permitió identificar la demanda insatisfecha en industrias poco convencional a la aplicación del carbonato de calcio, se realizó un análisis técnico-económico de los procesos productivo, se propuso una ampliación de la planta que permita el procesamiento del volumen de producción diaria de la cantera y un respectivo análisis financiero de la inversión a realizar. Como resultado, se encontró una carencia de demanda en las industrias estudiadas en este proyecto, y por ende, en la factibilidad de la propuesta, aumentando el riesgo en la inversión a realizar para el procesamiento del material. Por consiguiente, en busca de un incremento en la rentabilidad de la empresa, se propuso una optimización de voladura, donde se alcanzó una densidad de carga explosiva de  $0,31 \text{ Kg/m}^3$ , logrando un costo de producción de \$0,10 por metro cúbico menor que el esquema actual. Esto se tradujo en un ahorro anual de 3,74%, o \$3.939,32, por costos de producción.

**Palabras Clave:** CARBONATO DE CALCIO, DEMANDA INSATISFECHA, RENTABILIDAD, OPTIMIZACIÓN

## **ABSTRACT**

*GLOBALMAPRI is a company dedicated to limestones production and sales, which has its mining concession located at San Antonio's community, Canton of Playas. In addition, the company have its processing plant located at Guayaquill. Due to its low competitiveness, as consequence of their high transportation costs, the company sales 89 % of their mineral resources as raw rock. Considering that the processed rock has a higher value in the market, the following project is focused on assess the feasibility for the processing and marketing of the mineral resources, as processed rock, coming from the production volume of "Perla del Pacífico" quarry, based on a large market derived from the increase in industries with an application of calcium carbonate. For this, a market analysis was carried out to identify an unsatisfied demand in unconventional industries to the application of calcium carbonate, a technical-economic analysis of the production processes was carried out, an expansion of the plant that allows the processing of the daily production volume of the quarry was proposed, and a financial analysis of the investment to be made. As a result, a lack of demand was found in the studied industries in this project, and therefore, in the feasibility of the proposal, increasing the risk in the investment to be held for the processing of the material. Therefore, in order to increase the profitability of the company, an optimization of blasting was proposed, where an explosive charge density of 0.31 Kg / m<sup>3</sup> was reached, achieving a production cost of \$0,10 per cubic meter less than the current scheme. This meant an annual savings of 3,74%, or \$3.939,32, for production costs.*

*Keywords: CALCIUM CARBONATE, UNSATISFIED DEMAND, PROFITABILITY, OPTIMIZATION*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
<b>ABREVIATURAS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	VIII
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. Antecedentes.....	9
1.2. Descripción del problema .....	10
1.3. Justificación del problema.....	10
1.4. Objetivos.....	11
1.4.1 Objetivo General.....	11
1.4.2 Objetivos Específicos .....	11
1.5. Marco teórico .....	12
1.5.1 Ubicación.....	12
1.5.2 Aspectos técnicos de interés .....	14
1.5.3 Estudio de factibilidad.....	19
1.5.4 Estudio de Mercado.....	20
1.5.5 Estudio Técnico-económico.....	20
1.5.6 Estudio Financiero .....	21
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	22



2. METODOLOGÍA .....	22
2.1. Metodología general del proyecto.....	22
2.2. Fase 1.....	23
2.3. Fase 2.....	23
2.3.1 Estudio de Mercado.....	24
2.3.2 Estudio técnico-económico.....	27
2.4. Fase 3.....	34
2.4.1 Propuesta de ampliación de producción en planta .....	35
2.4.2 Optimización de perforación y voladura.....	36
2.5. Fase 4.....	37
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>38</b>
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
3.1. Estudio de mercado.....	38
3.1.1 Tamaño de muestra.....	38
3.1.2 Resultados de encuestas .....	39
3.1.3 Descripción de los productos a comercializar.....	44
3.1.4 Demanda proyectada .....	45
3.1.5 Oferta proyectada .....	47
3.1.6 Demanda insatisfecha .....	49
3.2. Estudio técnico-económico.....	49
3.2.1 Producción de la cantera .....	49
3.2.2 Esquema de perforación.....	51
3.2.3 Cálculo de índices de voladura.....	52
3.2.4 Fragmentación secundaria .....	55
3.2.5 Carga y transporte.....	55
3.2.6 Cálculo de costos en cantera .....	57

3.2.7 Proceso de conminución .....	58
3.2.8 Propuesta de optimización de voladura.....	60
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>63</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>63</b>
4.1. Conclusiones .....	63
4.2. Recomendaciones .....	64
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>66</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>69</b>

## **ABREVIATURAS**

BCE	Banco Central del Ecuador
PIB	Producto Interno Bruto
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
SADMIN	Sistemas de Administración de Derechos Mineros
SGM	Sistema de Gestión Minera
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1. Ubicación de la concesión minera “Perla del Pacífico” .....	12
Ilustración 1.2. Distancia entre la concesión y la planta productiva .....	13
Ilustración 2.1. Metodología general del proyecto .....	20
Ilustración 2.2. Excavadora CAT 320D GC.....	29
Ilustración 2.3. Etapas del proceso de conminución .....	32
Ilustración 3.1.Resultado de la distribución de industrias analizadas .....	38
Ilustración 3.2.Resultado del consumo de carbonato de calcio en las industrias estudiadas .....	38
Ilustración 3.3. Resultado de la frecuencia de consumo del carbonato de calcio en las industrias estudiadas .....	39
Ilustración 3.4. Resultado de la cantidad de uso del carbonato de calcio en las industrias estudiadas .....	40
Ilustración 3.5. Resultados de marcas usadas por la población .....	41
Ilustración 3.6. Resultado de las satisfacción en la población con el producto usado .....	41
Ilustración 3.7. Descripción de los motivos en la población que no consume el producto .....	42
Ilustración 3.8. Volumen de calizas extraídas, en m <sup>3</sup> , durante el año 2019.....	48
Ilustración 3.9. Distribución del volumen de producción en m <sup>3</sup> durante el año 2019 .	48
Ilustración 3.10. Roca calizas explotadas con sobre tamaño .....	51
Ilustración 3.11. Dimensiones de las rocas con sobre tamaño .....	59
Ilustración 3.12. Comparación de costos de producción de los diferentes casos .....	59
Ilustración 3.13. Comparativa de los costos por producción del año 2019 entre el caso real y caso optimizado .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Datos generales de la concesión “Perla del Pacífico” .....	12
Tabla 1.2. Clasificación de la roca caliza .....	16
Tabla 2.1. Características de los productos comercializados por GLOBALMAPRI....	22
Tabla 2.2. Censo de actividad económica en la provincia del Guayas .....	23
Tabla 3.1. Distribución de las encuestas para las diferentes industrias.....	37
Tabla 3.2. Descripción de los productos a comercializar .....	43
Tabla 3.3. Demanda actual por año medida en tonelaje.....	44
Tabla 3.4. Demanda histórica de carbonato de calcio en la provincia del Guayas ....	44
Tabla 3.5. Demanda proyectada del mercado potencial para los próximos 5 años...	45
Tabla 3.6. Tasa de crecimiento histórica de la producción de calizas .....	45
Tabla 3.7. Producción del carbonato de calcio en la provincia de Guayas .....	46
Tabla 3.8. Oferta proyectada del mercado potencial para los próximos 5 años .....	46
Tabla 3.9. Demanda insatisfecha para las industrias estudiadas .....	47
Tabla 3.10. Parámetros de perforación usados actualmente en la cantera “Perla del Pacífico” .....	49
Tabla 3.11. Costos por equipos e insumos de perforación el actual esquema .....	50
Tabla 3.12. Parámetros de voladura e insumos usados actualmente .....	52
Tabla 3.13. Costos de voladura para el esquema actual de la cantera “Perla del Pacífico” .....	52
Tabla 3.14. Costos de producción por personal obrero .....	53
Tabla 3.15. Rendimiento del proceso de carga .....	54
Tabla 3.16. Costos por carga y transporte.....	55
Tabla 3.17. Costos por el personal de cantera .....	55
Tabla 3.18. Sumatoria de los costos de producción en la cantera.....	56
Tabla 3.19. Costos de trituración .....	57
Tabla 3.20. Sumatoria de los costos de producción en planta.....	57
Tabla 3.21. Comparación de los casos de perforación y voladura propuestos.....	58
Tabla 3.22. Número de perforaciones, en cada caso, para el volumen de producción diario estimado.....	59

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La minería es una actividad económica que se ha venido practicando desde miles de años atrás, con la finalidad de extraer recursos minerales que se encuentran en la corteza terrestre a diferentes profundidades. Según los reportes del BANCO CENTRO DEL ECUADOR (BCE), la explotación de minerales no metálicos representa un valor al PIB de 0,17 puntos porcentuales con la mayor producción de recursos minerales en Ecuador, siendo el de caliza la más abundante con un promedio de 6 millones de toneladas al año (BCE, 2021).

El cantón Playas posee una superficie total de 27.145,69 hectáreas, en su mayoría ocupadas por coberturas natural de bosque, matorral, y vegetación. El área conformada por canteras, destinadas para la explotación de calizas, representa el 0,14% con 39,81 hectáreas, las mismas que son destinadas para un posterior procesamiento para las diferentes industrias de interés (Ministerio de defensa Nacional Ministerio de Agricultura ganadería, Acuicultura, 2012).

Actualmente, el destino de la producción de este mineral no metálico se diversifica en distintas industrias, siendo principalmente utilizado para la elaboración de cemento, material de construcción, y fertilizantes en la agricultura. Se analizó los diversos usos de la caliza en diferentes sectores como lo son, la industria aviar, agrícola, acuícola, química, y decoración interna y externa, ya que esto representa una oportunidad de negocios debido a una mayor demanda del recurso en cuestión.

La concesión minera “Perla del Pacífico”, ubicada en la comuna de San Antonio, se dedica a la explotación de calizas con una producción mensual que fluctúa entre los 843 m<sup>3</sup> (en mayo) y los 5250,50 m<sup>3</sup> (en septiembre), según lo reportado por Alomalisa & Villamar, (2018). Del total de producción, solo un aproximado del 11 por ciento del material es llevado a la planta de procesamiento de la empresa a cargo de la concesión.

Por lo tanto, este estudio de factibilidad tendrá en cuenta un análisis de mercado, técnico y financiero que nos permita establecer la viabilidad del procesamiento del total de la producción de la cantera y, su posterior comercialización a las diferentes industrias para su uso pertinente.

## **1.2. Descripción del problema**

GLOBALMAPRI S.A. mantiene unos costos operacionales elevados por factores como, el costo de transportación, debido a la distancia que existe entre la cantera y la planta, un ineficiente diseño de voladura, etapas productivas adicionales, entre otros. Sumando a esto, por la producción que tiene la cantera, la empresa está catalogada como minería de pequeña escala, lo que imposibilita la aplicación de una optimización en base a una economía de gran escala. Es por esto por lo que la empresa ha optado por comercializar su material de 2 maneras. El 89% del material explotado se lo comercializa de manera directa a los diferentes compradores y plantas productivas cercanas a la zona minera. El otro 11% es llevada a la planta productiva, ubicada en la ciudad de Guayaquil, para su posterior procesamiento y comercialización. Con lo cual, se tiene un desaprovechamiento de este recurso en términos económicos.

Dicho lo anterior, surge la necesidad de realizar un estudio de factibilidad que les permita determinar la posibilidad de generar una mayor rentabilidad en caso de transportar todo el volumen de producción hacia su planta productiva ubicada en la ciudad de Guayaquil, para su posterior procesamiento y comercialización como un producto terminado que tenga un mayor valor en el mercado.

## **1.3. Justificación del problema**

En el periodo 2007 al 2019 se ha dado un incremento en la explotación de minas y canteras de 0,05 puntos porcentuales, pasando de 0,12% a 0,17% al valor agregado al PIB (BCE, 2021). Esto se debe a un incremento en las aplicaciones del carbonato de calcio en los diferentes sectores de las industrias en estos últimos años y, por ende, una mayor demanda en el mercado.

Teniendo en cuenta el valor agregado que traen al mercado los productos terminados derivados de la caliza y su variedad de usos, existe una gran oportunidad de negocios el procesar el material calcáreo y comercializarlo a sus diferentes industrias con un valor distinto y mayor al material en bruto recién explotado.

Sin embargo, la empresa presenta un gran impedimento de costo logístico para realizar este proyecto, lo cual requiere de un análisis de 3 aspectos (mercado, técnico, financiero) que determine si, efectivamente, existe un mayor rendimiento económico en la comercialización de la caliza como productos terminados, a pesar del incremento en los costos logísticos, operacionales, y administrativos que esto conllevaría. En este sentido, este proyecto brindará un mejor enfoque productivo y económico al cambiar la dirección de la comercialización del producto, identificando las industrias donde este aporte un mayor valor agregado.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la factibilidad del procesamiento y comercialización de todo el volumen de producción de la cantera “Perla del Pacífico, mediante un análisis de mercado, técnico y financiero; buscando un incremento en la rentabilidad actual de la empresa.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la factibilidad del mercado mediante la identificación de una posible demanda insatisfecha en industrias poco convencionales en la aplicación del carbonato de calcio.
- Realizar un análisis técnico – económico del proceso productivo, identificando el nivel operativo actual de la empresa, así como, los recursos involucrados en este.
- Generar dos propuestas de optimización en diferentes etapas productivas, en función a los resultados obtenidos en los análisis previos.
- Realizar un evaluación financiera o económica, según el camino de acción tomada en el proyecto, que permita identificar el beneficio obtenido de este.

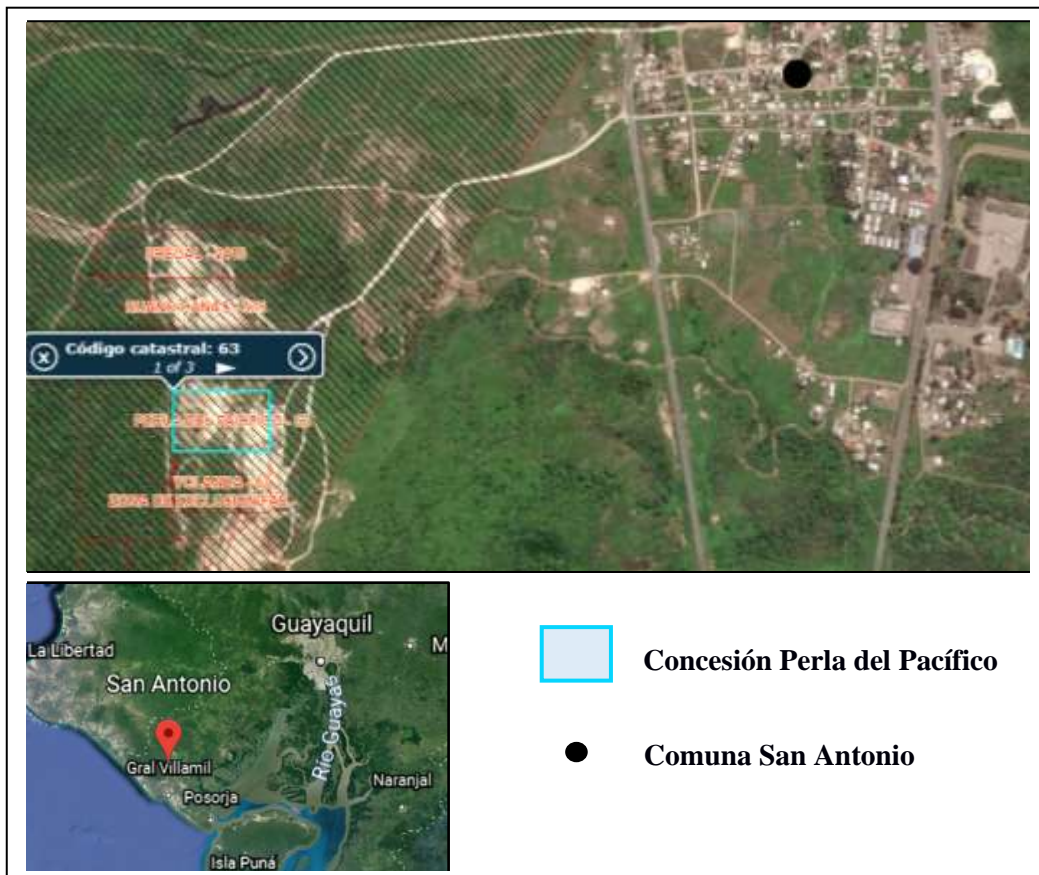


## 1.5. Marco teórico

### 1.5.1 Ubicación

#### 1.5.1.1. Cantera

La concesión minera “Perla del Pacífico” está ubicada en la comuna San Antonio, del cantón General Villamil Playas, provincia del Guayas (ver **Ilustración 1.1**), con sus respectivas coordenadas geográficas en la **Tabla 1.1**.



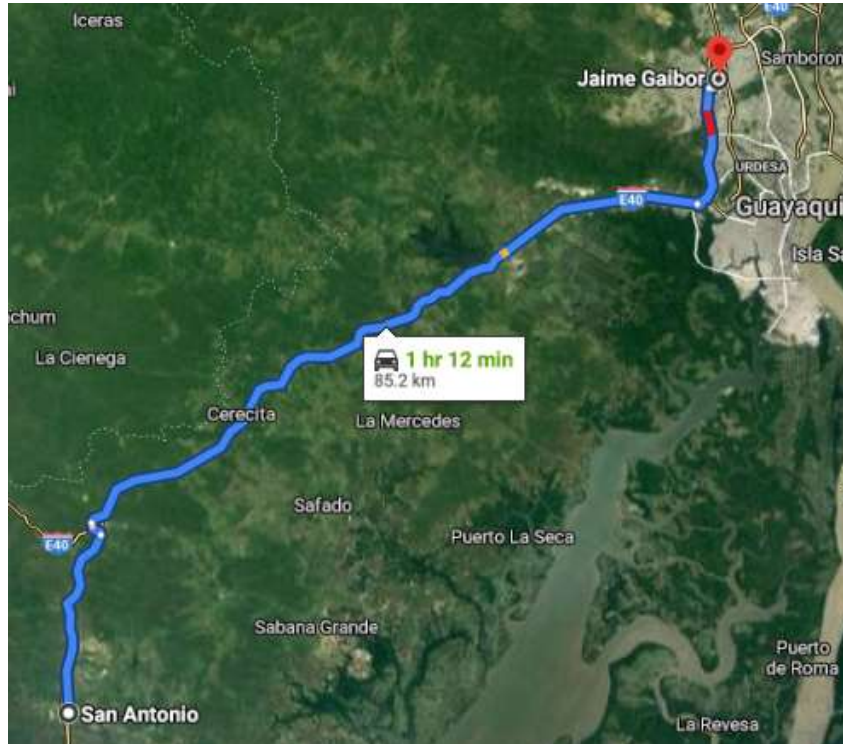
**Ilustración 1.1 Ubicación de la concesión minera “Perla del Pacífico”**

**Tabla 1.1. Datos generales de la concesión minera Perla del Pacífico. Fuente: (ARCOM, 2021)**

<b>Tipo de Solicitud</b>	Concesión minera	<b>Código Catastral</b>	63
<b>Mineral de Interés</b>	Caliza	<b>Titular</b>	Gaibor Solorzano Jaime Cristobal
<b>Fase de Recurso</b>	Explotación	<b>Provincia</b>	Guayas
<b>Superficie</b>	2.48 ha	<b>Cantón</b>	Playas
<b>Coord. X</b>	566434	<b>Coord. X</b>	566630
<b>Coord. Y</b>	9719428	<b>Coord. Y</b>	9719425
<b>Coord. X</b>	599431	<b>Coord. X</b>	566632
<b>Coord. Y</b>	9719305	<b>Coord. Y</b>	9719305
<b>Estado Actual</b>	Inscrita	<b>Fecha de Inscripción</b>	18/07/2001
<b>Sistema de referencia</b>	WGS84 UTM 17S	<b>Plazo (meses)</b>	254

#### **1.5.1.2. Planta**

La planta productiva se encuentra ubicada en el kilómetro 11 y medio, vía a Daule, en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, a 85.2 Km y a 1 hora con 12 minutos, en carro particular, de la concesión minera “Perla del Pacífico” como se muestra en la **Ilustración 1.2.**



**Ilustración 1.2 Distancia entre la concesión minera y planta productiva. Fuente: (Autor, 2021)**

## 1.5.2 Aspectos técnicos de interés

### 1.5.2.1. Producción

La productividad de una mina se puede expresar como la relación de una unidad física de material extraído, expresadas en millones de toneladas o Mt, con respecto a una unidad de tiempo efectivo de trabajo, que puede ser expresada en hora, día, mes o año.

El proceso productivo de una actividad minera es principalmente la extracción del mineral, por métodos mecánicos, para su posterior tratamiento. Esto conlleva una serie de fases de operación hasta antes de la comercialización, en donde, es necesario realizar un análisis técnico – económico que permita determinar el rendimiento que tiene la productividad de la empresa dado a que en cada fase demanda un costo de operación (Peñaloza Saltos, 2020).

A continuación, se describe el ciclo de operación de la siguiente manera:

- Preparación de superficie

- Perforación
- Voladura
- Carguío
- Transporte

#### **1.5.2.2. Perforación y voladura**

La perforación y voladura es la fase que se considera de gran relevancia en el ciclo operativo para la extracción del mineral útil, debido a que los costos de las fases posteriores estarán en función del resultado de este. Es así que, mediante un correcto diseño de malla de perforación se busca alcanzar un grado de fracturación y granulometría adecuada para aumentar el rendimiento y reducir costos en sus posteriores procesos de carga, transporte y conminución (Vilca Barrantes, 2019).

Esta fase inicia mediante la perforación de la roca, construyen agujeros según el diseño de malla, los cuales serán cargados posteriormente con explosivos y sus respectivos iniciadores. Según (López Jimeno et al., 2003), dependiendo de la fuente de energía los métodos de perforaciones pueden ser Mecánicos, hidráulicos, térmicos, eléctricos, sónicos, químicos y nucleares.

#### **1.5.2.3. Carga y transporte**

Esta fase operativa constituye las actividades destinadas a cargar el material explotado del frente de trabajo, mediante equipos de alto grado de mecanización, y posteriormente, transportarlo a su lugar de destino, ya sea la planta productiva, acopio o botadero. Este proceso requiere de un alto nivel de organización durante el ciclo operativo debido a su gran cantidad de equipos mecanizados que conlleva realizar la carga y transporte del material. Es por esto que, esta fase resulta la más influyente en los costos de operaciones (Seguridad Minera, 2017).

El ciclo operativo, por lo general, siguen estas siguientes etapas:

- Posicionamiento de equipos de carga y transporte.

- Cargar el material explotado del frente de trabajo.
- Llenado del equipo de transporte con el material.
- Transporte del material hasta su destino.
- Descarga del material.
- Retorno del equipo de transporte para repetir el proceso.

El sistema de explotación de una cantera estará sujeto a los tipos de equipos con los que se realicen el carguío y la transportación del material explotado. Por lo general se los clasifica como sistemas continuos, discretos o mixtos (Yarmuch Gúzman, 2012). Por ejemplo, se puede ver a los trenes dentro de un sistema continuo, las correas y camiones como parte de un sistema discreto, mientras que el uso combinado de estos equipos forma parte de un sistema mixto.

#### **1.5.2.4. Conminución**

Es el proceso por el cual el material de interés económico es reducido de tamaño a través de esfuerzos mecánicos transmitidos por los equipos de molienda. La granulometría obtenida durante este proceso de reducción de tamaño es de suma importancia para las siguientes etapas de tratamiento del mineral, en caso de ser tratado químicamente (Ramírez, 2011).

Los equipos destinados para este tipo de trabajo se clasifican según la manera en que aplican la fuerza para fragmentar el material. Según (Universidad de Cantabria, 2014), existen 3 tipos:

- Quebrantadoras, machacadoras, o trituradora de mandíbula
- Trituradoras giratorias
- Trituradoras de impacto, choque o percusión

Por otro lado, existen 2 etapas de trituración que depende de la granulometría que se desea alcanzar. Es por este motivo que se usa equipos distintos tanto, para la trituración primaria como para la secundaria (Universidad de Cantabria, 2014).

Los equipos que son característicos en una trituración primaria tienen una abertura de entrada mayor que permita los tamaños de roca recién explotados. De estos encontramos como la trituradora de mandíbula (o quijada) o trituradora giratoria. Por el contrario, los equipos de trituración secundaria tienen una abertura menor, en un rango entre 100 a 10 cm, con la finalidad de seguir reduciendo el tamaño de la partícula, hasta entregando una fragmentación entre 40 y 30 mm. Ejemplos de estos equipos existen las trituradoras de cono, trituradora de cilindros (o rodillos), trituradora de martillos, o molinos de bolas (Universidad de Cantabria, 2014).

#### **1.5.2.5. Características de la caliza**

La caliza es una roca formada por el transporte y deposición de materiales mayoritariamente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Esta formación sedimentaria puede contener pequeñas trazas de arcilla, hematita, siderita, cuarzo, entre otros, que modifican el color de la roca, según su composición.

A su vez, la caliza pertenece al grupo de las rocas sedimentarias no detríticas debido a su origen químico, el cual se explica a través del ciclo del carbono comenzando con la devolución del  $\text{CO}_2$  de la atmósfera hacia el océano, como ácido carbónico, hasta formar y precipitar el carbonato de calcio (Molina, 2016).

Las calizas se clasifican según el contenido de carbonato de calcio (o ley promedio), como se ve en la **Tabla 1.2**. La ley promedio de carbonato de calcio hace referencia al porcentaje de  $\text{CaCO}_3$  contenido en la matriz de la roca. Según (Correa Rojas & Santillán Llovera, 2016), se considera que una caliza tiene buena ley cuando posee más del 95% de carbonato de calcio.

**Tabla 1.2 Clasificación de la roca caliza. Autor: (Alfaro León, 2011)**

CATEGORÍA	PORCENTAJE DE CaCO <sub>3</sub>
Muy alta pureza	> 98.5
Alta pureza	97.0 – 98.5
Media pureza	93.5 – 97.0
Baja pureza	85.0 – 93.5
Impura	< 85.0

#### **1.5.2.6. Aplicaciones del carbonato de calcio**

Debido a sus propiedades físicas y químicas de la caliza sus usos son amplios en diferentes industrias. Aunque principalmente su interés se encuentra en el contenido de óxido de calcio (CaO) para su aplicación en la industria de construcción en la producción de cal y cemento, esta sustancia también es usada en la industria de hierro, acero, en la manufactura de vidrio, y otras industrias químicas. Sin embargo, para obtener cal (CaO) de manera rentable a partir del carbonato de calcio, la caliza debe tener una pureza entre un 97% y un 98% para posteriormente pasar por un proceso de alteración química, el mismo que se lo realiza mediante la cocción de la roca a altas temperaturas (900 °c) en un horno de calcinación (Gobierno de España, 2006).

Por otro lado, el carbonato de calcio tiene sus usos poco convencionales las cuales es de gran importancia para estas industrias, como lo son:

**Industria de jabones y detergentes:** El carbonato de calcio tiene la capacidad de retener la humedad, y mejorar la consistencia y secado de la masa final de estos productos. Adicional a esto, la mezcla de los productos jabonosos conserva sus propiedades físicas y químicas.

**Industria de los cauchos:** El carbonato de calcio se usa en la producción de cauchos naturales y sintéticos con la finalidad de mantener la flexibilidad del material, aumentando la resistencia de la torsión y tracción. Además, disminuye el envejecimiento del caucho, la fatiga del material no cambia su aspecto, no lo calienta y evitan rupturas.

**Industria de la pintura:** El carbonato de calcio tiene la capacidad de aumentar la cobertura de la pintura, aumentando el rendimiento en productos de alta calidad. Además, no interfiere con el color de la pintura por su blancura propia del carbonato de calcio.

**Industria acuícola:** El carbonato de calcio es muy importante en esta industria dado a que aporta muchos beneficios a las piscinas camaroneras, por lo general. Actúa como regulador de pH, manteniendo la alcalinidad y dureza de la piscina después de una nitrificación por los balanceados del camarón, aporta nutrientes a los camarones y nutrientes para mantener el fitoplancton y zooplancton, los cuales son alimentos de los camarones.

**Industria agrícola:** La cal agrícola se lo conoce como cualquier sustancia que contenga calcio (Ca) o magnesio (Mg) y sea capaz de neutralizar la acidez. Con este fin el carbonato de calcio es utilizado para alcalinizar las tierras y para proporcionar minerales importantes para fertilizar la tierra. Para esto se requiere que la caliza tenga una granulometría fina para que reaccione rápidamente al tener más superficies expuestas.

**Industria alimentaria de animales:** El carbonato de calcio se utiliza para mejorar la calidad nutricional de todo tipo de alimentos para animales. Las calizas con un elevado contenido de calcio (Ca) en su composición, con un mínimo de 38% del elemento, resultan siendo una fuente primaria de este mineral en la alimentación para los animales. El consumo de calcio ayuda al fortalecimiento del tejido óseo, elevan el peso del animal, y, en las gallinas ponedoras, mejora la calidad del huevo y la integridad de la cascara.

### **1.5.3 Estudio de factibilidad**

El estudio de factibilidad es una fase de análisis de una empresa que les permite determinar la viabilidad de la puesta en marcha de un proyecto o idea, mediante la depuración de información que brindan unos indicadores de evaluación confiables (Miranda Miranda, 2005).



Realizar un proyecto, ya sea de producción u optimización, demanda la inversión de recursos como equipos, materia prima, tiempo, dinero, entre otros. Teniendo en cuenta que los recursos son limitados, especialmente el recurso mineral en una actividad minera, se deben tomar decisiones adecuada de manera que brinden a la empresa una seguridad de que el negocio se desempeña correctamente y genera ganancias (Luna & Chaves, 2001).

Dicho lo anterior, para determinar la viabilidad de un proyecto es necesario realizar ciertos estudios los cuales serán los indicadores que permitirán establecer las condiciones de éxito de este. Para el presente estudio de factibilidad se realizará los siguientes estudios: Mercado, Técnico-económico, y Financiero.

#### **1.5.4 Estudio de Mercado.**

El estudio de mercado es un conjunto de actividades realizado por la empresa con la finalidad de conocer y estudiar una actividad económica en particular. La realización del mismo permite identificar las oportunidades de negocio y necesidades presentes en un sector en concreto donde la empresa pretende poner en marcha la producción de un bien o la prestación de un servicio. Los elementos que se analizan en un estudio de mercado son: la oferta disponible, la demanda, competencias, precios, canales de distribución, entre otros (Galán, 2015).

#### **1.5.5 Estudio Técnico-económico**

En el estudio técnico se analizan aspectos como los operativos (buscando el uso eficiente de los recursos disponibles para la producción de un bien o servicio), de determinación del tamaño óptimo del lugar de producción, localización e instalaciones, que permita llevar a cabo una valoración económica de las variables técnicas del proyecto, así como, información necesaria para el posterior estudio financiero ((UNAM), 2011).

El objetivo de este tipo de estudio es describir cómo serán las operaciones del día a día de la empresa en base a suficiente información técnica que explique o que pueda mostrar, sin tanta complejidad, el proceso de producción (Baquerizo & Eusebio, 2013).

### **1.5.6 Estudio Financiero**

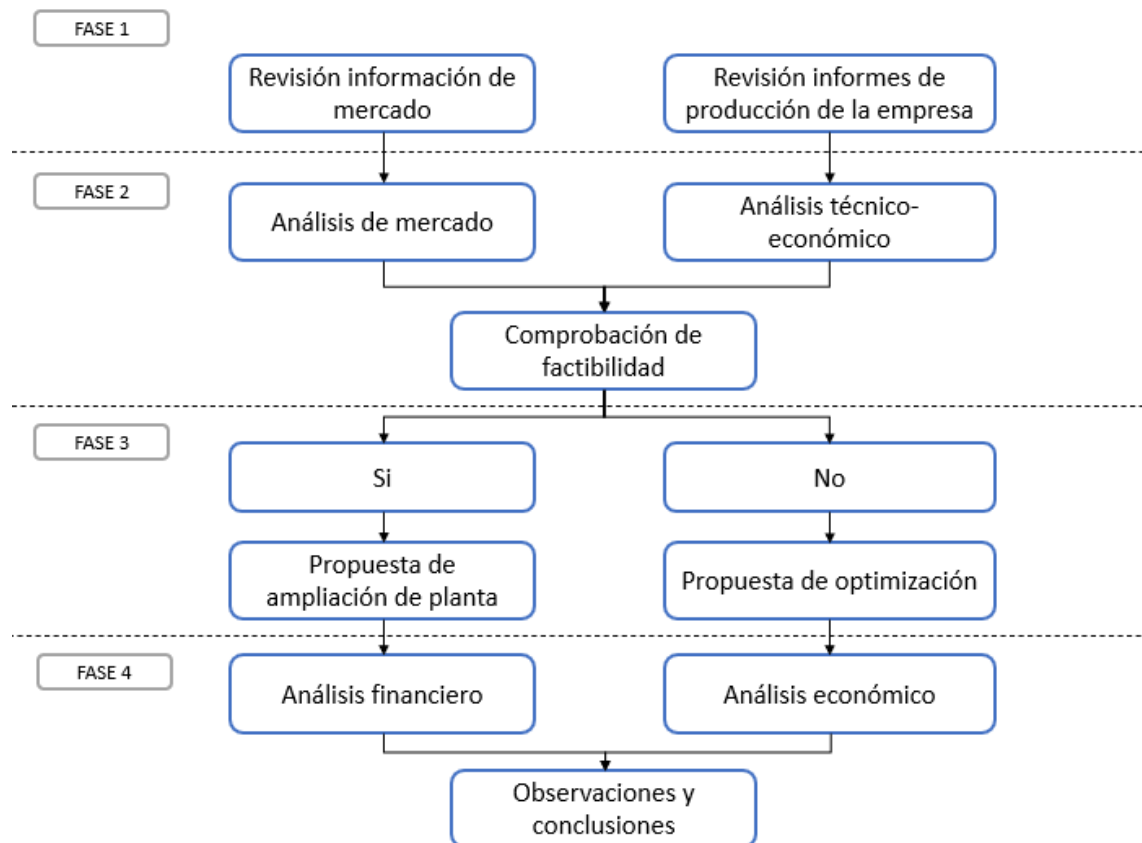
El estudio financiero es la fase en donde se identifica, clasifica, ordena, y sistematiza la información de índole económico acerca de costos, ingresos, inversiones, proyecciones, etc., que se recolectan a través de los estudios previos. La finalidad del mismo es permitir a la empresa evaluar la viabilidad del proyecto y determinar la rentabilidad del mismo (OBS Business School, 2021).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Metodología general del proyecto

El proyecto constó de 4 fases, como se muestra en la **Ilustración 2.1**, de tal manera que para comenzar a abordar la problemática y cumplir con los objetivos planteados del proyecto, se prosiguió en el siguiente orden:



**Ilustración 2.1 Metodología general del proyecto**

## **2.2. Fase 1**

En la primera fase del proyecto se realizó una revisión de información de mercado como: precios de productos en las industrias destinadas, competitividad del mercado, aplicaciones del carbonato de calcio, crecimiento de empresas tanto de canteras como de industrias que usen el carbonato de calcio, etc. Para esto, se realizó también una pequeña encuesta informal a las diferentes industrias con el fin de tener una primera impresión sobre los posibles resultados del proyecto y una idea de cómo obtener un valor agregado del producto procesado. Las fuentes de las cuales se pudo obtener información necesaria para esta primera fase fue el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), el Banco Central del Ecuador (BCE), catálogos de empresas, proveedores de carbonato de calcio, entre otros.

Adicionalmente, se hizo una revisión de los informes de producción de la empresa para entender las capacidades operacionales que tiene la empresa a través del historial, y así mismo, los costos que estos representan, con el fin de tener una mejor perspectiva de la capacidad competitiva que tiene la empresa y, además, identificar áreas que puedan ser optimizadas con el fin de cumplir con el objetivo del proyecto.

## **2.3. Fase 2**

En la segunda fase del proyecto se realizó los respectivos estudios de mercado y técnico-económico, los cuales permitieron, por un lado, analizar la posibilidad de una oportunidad de negocio, al introducir los productos al mercado, mediante la identificación de una demanda insatisfecha en industrias poco convencionales en la aplicación de carbonato de calcio; y paralelamente, describir los procesos de producción con el fin de identificar los recursos involucrados para la elaboración de los productos que se identificó en el análisis de mercado y los costos que estos incurren.

En este proceso se determinó la factibilidad del proyecto por medio del estudio de mercado realizado. Por lo cual, las siguientes fases del proyecto se dividieron en dos caminos de acción en donde dependerá si cumplió o no el estudio de mercado. En caso, de que cumpla con la factibilidad del mercado se prosiguiera con el proyecto normalmente, y en caso de no hacerlo, se propone hacer una optimización de la fase

productiva con mayor deficiencia, según el estudio técnico económico realizado en esta fase.

### 2.3.1 Estudio de Mercado

Para determinar una demanda existente en el mercado se comenzó por describir el alcance del estudio y los productos que actualmente ofrece la empresa GLOBALMAPRI S.A. Esto permitirá determinar la población a la que se comercializa los productos y posteriormente, el tamaño de muestra para el respectivo análisis del mercado.

#### 2.3.1.1. Alcance del estudio

El área en cual se centró este estudio de mercado fue el del comportamiento del consumidor, enfocados en aspectos como las preferencias y aceptación del producto en el mercado, delimitado en la provincia del Guayas.

#### 2.3.1.2. Descripción de productos

Se procedió a identificar las características de los productos que actualmente ofrecen al mercado, así como a las industrias que a las cuales son comercializadas, como se puede ver en la **Tabla 2.1**, con la finalidad de encontrar en cual actividad económica tienen mayor potencial de crecimiento.

**Tabla 2.1. Características de los productos comercializados por GLOBALMAPRI. Fuente: GLOBALMAPRI S.A., 2021**

<b>Granulometría del producto (CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>Actividad económica de comercialización</b>
<b>2.38 mm (No° 8)</b>	Alimentación para animales
<b>1.68 mm (No° 12)</b>	Fabricación de vidrio
<b>425 µm (No° 40)</b>	Agricultura
<b>425 µm (No° 40)</b>	Piscinas camaroneras

### 2.3.1.3. Población

Con el fin de determinar el tamaño de la población que se analizó, se realizó un conteo del total del número de empresas que se le puede dar una aplicación al carbonato de calcio, dentro de la provincia del Guayas (Véase la **Tabla 2.2**).

**Tabla 2.2 Censo de actividad económica en la provincia del Guayas. Fuente: (INEC, 2021)**

Actividad económica	Número de establecimientos Guayas
Cría de aves (gallinas)	122
Cría de cerdos	260
Cría de bovino	279
Piscinas Camaroneras	735
Fabricación de vidrio	76
Agricultura	4.387
<b>Total</b>	<b>5.859</b>

### 2.3.1.4. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, y, por ende, el número de encuestas que se debe realizar a las diferentes empresas se utilizó la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

N: Tamaño de la muestra

Z: Nivel de confianza

N: Tamaño de la población

P: Probabilidad de ocurrencia

q: Probabilidad de no ocurrencia

e: Error estándar

### **2.3.1.5. Instrumentos de recolección y análisis de datos**

En este caso se utilizó la técnica de encuestas, las mismas que estuvieron estructuradas con 7 preguntas en donde se recoge información sobre oferta y demanda, preferencias y actividad económica.

### **2.3.1.6. Demanda proyectada**

Con base en los datos tomados de la encuesta sobre la demanda existente y al crecimiento histórico de las industrias tomadas en consideración, se analizó el comportamiento de la tendencia para luego extrapolar los resultados mediante el uso de regresión lineal. El método matemático usado para este análisis fue el de mínimos cuadrados el cual cumple la siguiente formula:

$$\hat{Y} = a + b\hat{X}$$

Donde:

$\hat{Y}$ : Consumo futuro

a: Parámetro

b: Parámetro

$\hat{X}$ : Años futuros

además,

a:  $\frac{\sum y}{n}$

b:  $\frac{\sum xy}{x^2}$

y: Consumo histórico

x: Año del consumo

n: Número de datos

### **2.3.1.7. Análisis de oferta**

Para ese análisis se requiere tomar datos históricos de sobre el número de empresa que se dedican a la actividad de explotación de calizas, así como, el volumen de producción que estas hacen.

#### **2.3.1.8. Oferta proyectada**

En base a los datos previamente recaudados, se realizó una progresión lineal con el fin de proyectar la oferta en los próximos 5 años buscando una línea de tendencia que se ajuste a los datos históricos. Para el cálculo de esta regresión se utilizó el mismo método matemático empleado en la **Demanda Proyectada**.

#### **2.3.1.9. Demanda insatisfecha**

La determinar la demanda potencial insatisfecha se calcula la diferencia entre la demanda y la oferta proyectada de carbonato de calcio. Siendo la siguiente formula que describe la demanda insatisfecha:

$$Demanda P. - Oferta P. = Demanda insatisfecha$$

Cuando la demanda insatisfecha resulta en número positivo, significa que efectivamente existe una demanda por cubrir y el proyecto será factible. Esto quiere decir que siempre se cumpla la siguiente expresión, se encontrará factibilidad en el proyecto:

Si  $Demanda P. > Oferta P.$ , entonces el proyecto es factible.

### **2.3.2 Estudio técnico-económico**

Se hizo una descripción paso a paso del proceso productivo, desde la extracción de la roca caliza hasta el proceso de conminución de esta, con el fin de determinar los recursos involucrados en cada etapa y los costos que estos representan. Para esto, se le dio énfasis al análisis del proceso de conminución dado a que, es en esta etapa en donde se obtienen los diferentes subproductos que se llevará al mercado.

#### **2.3.2.1. Extracción de la roca**

Este proceso se lleva a cabo mediante la perforación y voladura de la roca, cumpliendo con una producción que varía según factores como, la demanda del material tanto en la cantera como en la planta, y las condiciones climáticas de la temporada. Como se



mencionó en la **Introducción, CAPÍTULO 1**, la roca es comercializada en bruto en la cantera y otra parte es llevada a la planta ubicada en la ciudad de Guayaquil para ser triturada y posteriormente vendida.

Como se explica en el capítulo mencionado anteriormente, esta operación es de gran relevancia debido a que busca fragmentar el material rocoso a una granulometría adecuada que permita obtener el mejor rendimiento en las operaciones posteriores a este.

### **Perforación**

En general, el proceso de perforación se lo lleva a cabo con un martillo neumático modelo JH40 (la información técnica se lo presenta en el **Anexo 1**), el mismo que perfora de manera vertical, sin inclinación, con barrenos integrales con longitudes de 0,8 m, 1,6 m y 2,4 m. Al día se realiza una cantidad de 25 a 40 huecos por cada turno de 8 horas.

#### **Equipos:**

- Perforadora modelo JH40
- Compresor modelo XP-185

#### **Personal:**

- 1 perforista

#### **Parámetros de perforación:**

- Burden
- Espaciamiento
- Altura de banco
- Sobreperforación
- Longitud de perforación
- Diámetro de perforación
- Dimensión de la malla de perforación
- Perforación específica.

## **Voladura**

La voladura es realizada mediante conocimientos empíricos, en donde sus parámetros varían según experiencias previas de voladura, con el fin de cumplir el volumen de producción que es demandado diariamente.

Los elementos usados para la voladura son los siguientes:

- ANFO, explosivo de carga de columna
- Riodin 80%, explosivo de carga de fondo.
- Mecha lenta (mecha de seguridad), empleado como medio de iniciación del fulminante con una longitud de 2,50 m.
- Fulminante N° 8, está fijado a uno de los extremos de la mecha lenta.

### **Parámetros de voladura:**

- Longitud de carga de fondo
- Carga de fondo
- Longitud de carga de columna
- Carga columna
- Taco
- Numero de perforaciones
- Longitud total de perforación

## **Cálculos**

Se utilizó las fórmulas propuestas por López Jimeno et al. (2003) para voladuras en banco de pequeño diámetro, en el cálculo del volumen a explotar por turno, perforación específica y consumo específica de la voladura (ver **Anexo 3**)

### **Volumen para explotar**

$$V_{exp} = (B \times E \times H) \times \#P$$

Donde:

B: Burden o pérdida

E: Espaciamiento

H: Altura de banco

#P: Numero de perforaciones

### **Perforación específica**

$$PE = \frac{(1 + \frac{J}{Lp})}{B \times E}$$

Donde:

B: Burden o pierda

E: Espaciamiento

J: Sobreperforación

Lp: Longitud de perforación

### **Consumo específico de voladura**

$$CE = \frac{Q_b}{B \times E \times H}$$

Donde:

Q<sub>b</sub>: Carga del barreno (Carga de columna + carga de fondo)

B: Burden o pierda

E: Espaciamiento

H: Altura de banco

#### **2.3.2.2. Fragmentación secundaria manual**

Esta operación se da lugar luego de haber realizado la voladura, en donde utilizan combos para golpear y fragmentar las rocas con sobre tamaño, resultantes de la voladura. Para esto, hay 4 obreros encargados de inspeccionar a simple vista la existencia de rocas con mayor diámetro y reducirlas lo más posible.

#### **Personal:**

- 4 obreros

### 2.3.2.3. Carga

El proceso de carga del material explotado se lo realiza mediante una excavadora hidráulica de marca “CAT 320D GC” (ver **Ilustración 2.2**), el cual tiene una capacidad de cazo de 1 m<sup>3</sup> (la información técnica se lo presenta en el **anexo 4**)

#### Equipo:

- Excavadora hidráulica marca CAT 320D GC con capacidad de cazo de 1 m<sup>3</sup>

#### Personal:

- 1 operador de maquina



**Ilustración 2.2 Excavadora CAT 320D GC**

#### Cálculos

Las siguientes formulas permitieron calcular el dimensionamiento de los equipos usados en función a la productividad de la cantera.

### **Tiempo de ciclo de excavadora**

$$T_{ce} = T_f + T_{vf} + T_d + T_{vv}$$

Donde:

$T_{ce}$ : Tiempo de ciclo de excavadora

$T_f$ : Tiempo en llenar el cazo

$T_{vf}$ : Tiempo de viaje con cazo lleno

$T_d$ : Tiempo de descargue del cazo

$T_{vv}$ : Tiempo de viaje con el cazo vacío

### **Tiempo de carga**

$$T_c = N_c \times T_{ce}$$

Donde:

$T_c$ : Tiempo de carga

$T_{ce}$ : Tiempo de ciclo de excavadora

$N_c$ : Numero de ciclos necesarios para llenar una volqueta

### **Rendimiento del equipo**

$$R_{exc} = \frac{C_{vv}/N_c}{C_{vc}} \times 100$$

Donde:

$R_{exc}$ : Rendimiento del cazo de la excavadora

$C_{vv}$ : Capacidad volumétrica de la volqueta a llenar

$N_c$ : Numero de ciclos necesarios para llenar la volqueta

$C_{vc}$ : Capacidad volumétrica del cazo

#### **2.3.2.4. Transporte**

El transporte del material fragmentado se lo efectúa con una volqueta de marca Mercedes, con capacidad de 8 m<sup>3</sup>. Esta volqueta se encarga de repartir a compradores cercanos a la zona minera y, finalmente, abastecer a la planta de procesamiento (GLOBALMAPRI S.A.), ubicada en la ciudad de Guayaquil en la vía Daule. Además, la empresa contrata una volqueta adicional, con una capacidad de 15 m<sup>3</sup>, para el abastecimiento de la planta que, en conjunto con la del titular, realizan de 2 hasta 4 viajes al día (según la demanda del día), haciendo un recorrido de 85.2 Km desde San Antonio hasta la ubicación de la planta.

##### **Equipos:**

- Volqueta marca Mercedes con capacidad de 8 m<sup>3</sup>
- Volqueta marca HINO con capacidad de 15 m<sup>3</sup> (por contrato)

##### **Personal:**

- 1 chofer

#### **2.3.2.5. Proceso de conminución**

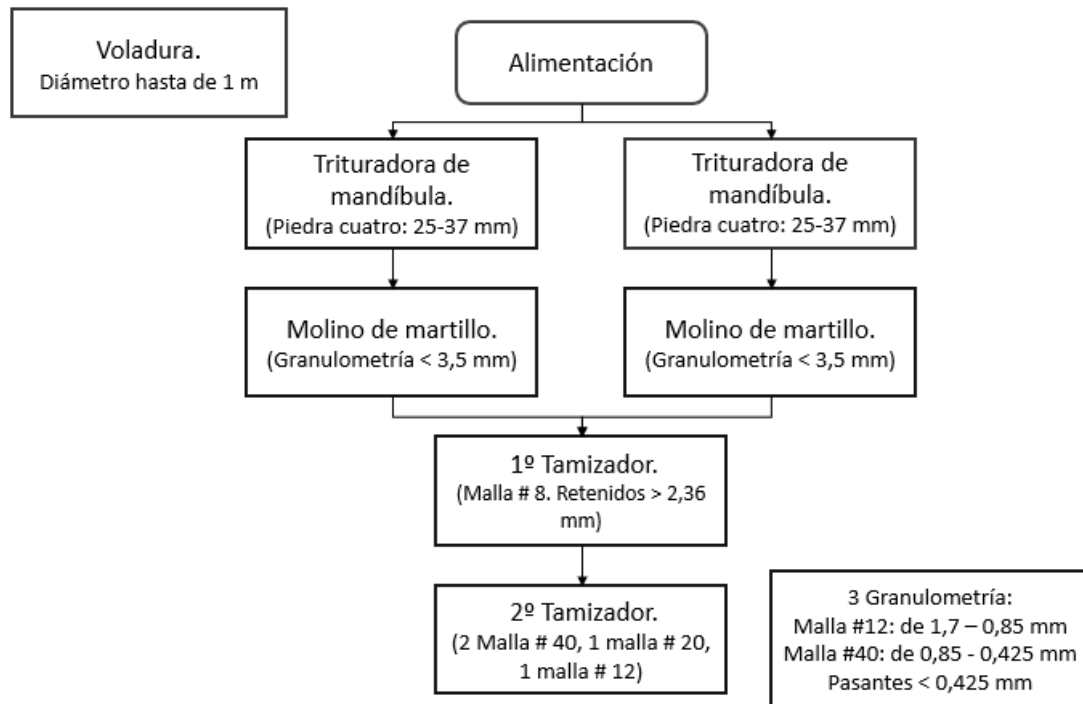
Este proceso se lo realiza con el fin de reducir el tamaño de la roca transportada desde la cantera, la cual pasa por un circuito de trituración y molienda efectuado por 2 trituradoras, La trituradora de mandíbula y el molino de martillo. Estos equipos son energizados por un motor que funciona a diésel (la información técnica se lo presenta en **anexo 5**).

El circuito de trituración consiste en 4 etapas la cual comienza con la trituración, luego con una molienda, y finalmente, con 2 etapas de tamizado, como se explica en la **Ilustración 2.3**. De este circuito se obtiene 4 subproductos con una granulometría resultantes de las mallas #8, #12, #20 y #40.

##### **Equipos:**

- 2 trituradoras de mandíbula

- 2 molino de martillo
- 2 tamizadores espirales
- Motor diesel marca Perkins de 4 cilindros



**Ilustración 2.3 Etapas del proceso de conminución. Fuente: (Autor, 2021)**

### 2.4. Fase 3

Para la tercera fase del proyecto, se puso en marcha uno de los dos caminos de acción según el resultado que se obtuvo de la **Fase 2** del proyecto. Se generó dos propuestas en caso de comprobarse la factibilidad en el mercado o no, resultando en una propuesta de ampliación de la planta productiva o una optimización en la etapa de perforación y voladura con la finalidad de reducir costos y mejorar la fragmentación del material rocoso, respectivamente.

A continuación, se describe la metodología usada para cada caso:

## **2.4.1 Propuesta de ampliación de producción en planta**

Tomando en cuenta el volumen de producción que mantiene la cantera “Perla del Pacífico”, se realizó una propuesta de ampliación del proceso productivo de la planta, que permita cumplir con dicho volumen y cubrir la demanda insatisfecha que se encontró en el estudio de mercado.

Para la realización de este, se consideró factores como la capacidad de producción que mantiene actualmente la planta, los equipos con los que alcanza dicha producción, y volumen total que se necesitará procesar, con la finalidad de elegir los equipos necesarios con los que se alcanzarán el volumen productivo demandado.

### **2.4.1.1. Descripción del proceso de diseño**

Se describe paso a paso el proceso y los aspectos tomados en cuenta para el diseño de la planta. El Proceso de trituración constará de 5 etapas compuestas por 3 etapas de trituración y molienda y 2 etapas más de tamizaje, como se describe a continuación:

- Se optará por replicar el diseño actual de la planta, implementando nuevas líneas de producción según la capacidad que uno o más equipos puedan producir con el fin de cumplir con el volumen de la cantera.
- Se regulará la abertura de las trituradoras de mandíbula a una granulometría de mayor diámetro, dando como resultado un pequeño incremento en la capacidad productiva actual de estas.
- El volumen de material procedente de la cantera será llevado a la tolva de alimentación que pasará a la primera etapa de trituración la cual consistirá en trituradoras de mandíbula.
- El material triturado pasa a una segunda etapa de molienda (primaria) con el fin de reducir más el tamaño de este.
- En una tercera etapa, el material es llevado por bandas al primer tamizador (actual), donde se extraerán las partículas con mayor diámetro igual a una granulometría malla #12.
- A continuación, en una cuarta etapa, el material retenido de la malla #12 pasa a una molienda secundaria, la cual será realizada por un molino de rodillo con una



abertura inferior a 1mm, con la finalidad de obtener una granulometría igual o inferior a malla #40.

- Finalmente, una quinta etapa en donde se pasará al segundo tamizador (actual), la cual extraerá los granos más finos de todo el proceso de conminución, esperando un producto de malla #12, #30, #40 y #200.

#### **2.4.2 Optimización de perforación y voladura**

Se utilizó las fórmulas propuestas por López Jimeno et al., (2003) para voladuras en banco de pequeño diámetro, tal y como se usó para el cálculo de voladura en el estudio técnico, **Fase 2**. Mediante la aplicación de estas fórmulas y la variación de los parámetros de perforación y voladura (ver **Anexo 2 y 3**), se desarrollaron varios casos sobre la malla de perforación que permitan una fragmentación adecuada del material rocoso, los cuales pasaron a un posterior análisis económico.

Adicionalmente, se consideró las siguientes fórmulas que permitieron diseñar la malla de perforación con parámetros adecuados:

##### **Burden**

$$B = 33D - 37D$$

Donde,

D: Diámetro de perforación

##### **Espaciamiento**

$$E/B = 1,2$$

##### **Taco**

$$T = 0,7B - 1,3B$$

##### **Sobreperforación**

$$J = 10D$$

Donde,

D: Diámetro de perforación

## **2.5. Fase 4**

Finalmente, en la cuarta fase del proyecto, se realizó un análisis económico sobre la propuesta que se hizo en la **Fase 3**. Por un lado, para la ampliación de la planta se desarrolla un modelo de presupuesto del capital que permita determinar la factibilidad del proyecto mediante el análisis de la rentabilidad que generará el procesamiento y comercialización del volumen producido en la cantera “Perla del Pacífico”, tomando en consideración el capital a invertir para el desarrollo de este.

Por otro lado, en caso de realizar la optimización en la perforación y voladura se analizan los casos descritos en la fase anterior para determinar cuál de estos brinda una mayor reducción de costos y como afecta en el resto de las etapas productivas de la empresa.

# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.1. Estudio de mercado

#### 3.1.1 Tamaño de muestra

Para una mejor aproximación al número de encuestas que se necesitaron realizar, se hizo una cantidad de 50 encuestas preliminares con el fin de obtener una probabilidad de ocurrencia con respecto a la pregunta de mayor interés (pregunta #2), la cual nos ayudó a determinar la cantidad de empresas o entidades que usan el carbonato de calcio. Como resultado se obtuvo un 85% de probabilidad de ocurrencia (p).

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

Z = 1,96 (para el 95%)

N = 5.859

p = 0,85

q = 0,15

e = 0,05 (5%)

Reemplazando los valores en la formula se obtiene el siguiente resultado

$$\begin{aligned} n &= \frac{(1,96)^2 (5859) (0,85) (0,15)}{(0,05)^2 (5859 - 1) + (1,96)^2 (0,85) (0,15)} \\ n &= \frac{2.869,76}{14,64 + 0,49} \\ n &= \frac{2.869,76}{15,13} \\ n &= 189,61 \approx 190 \end{aligned}$$

Por lo tanto, se realizó un total de 190 encuestas, las cuales fueron distribuidas para las diferentes industrias según el porcentaje que estas representan en el total de la población analizada, como se muestra en la **Tabla 3.1**.

**Tabla 3.1 Distribución de las encuestas para las diferentes industrias.**

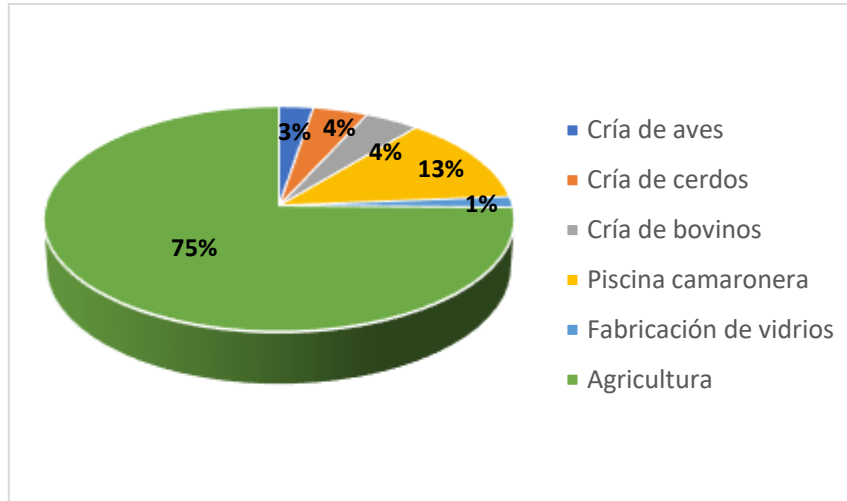
<b>Industrias</b>	<b>Representación de la población (%)</b>	<b>Numero de encuesta</b>
Cría de gallinas	2,08%	4
Cría de cerdos	4,44%	8
Cría de bovino	4,76%	9
Piscinas Camaroneras	12,54%	24
Fabricación de vidrio	1,30%	3
Agricultura	74,88%	142
Total	100%	190

### **3.1.2 Resultados de encuestas**

A continuación, se muestra el comportamiento actual del mercado con respecto al uso, frecuencias, y preferencias del carbonato de calcio, tomadas de la encuesta realizada (Ver el **Anexo 6**):

#### **- Actividad económica**

Como se ve en la **Ilustración 3.1**, se distribuyeron las encuestas según se propuso en la **Tabla 3.1** que se mostró anteriormente. Esto quiere decir que las respuestas de las encuestas pueden ser sectorizadas para analizar el comportamiento por cada industria estudiada.

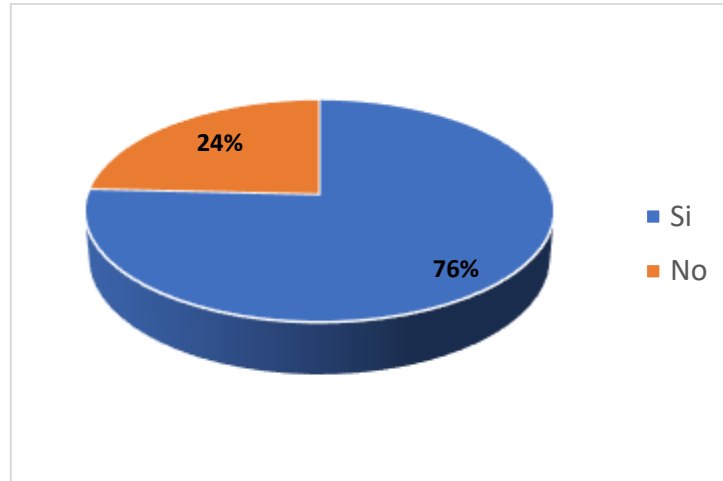


**Ilustración 3.1 Resultado de la distribución de industrias analizadas.**

**- Índice del uso del carbonato de calcio**

De acuerdo con la **Ilustración 3.2**, se determinó que el 76% de la población utiliza el carbonato de calcio en sus actividades económicas y el 24% no lo consume. Además, de esta pregunta se obtuvo que en las industrias de criadero de animales no utilizan el carbonato de calcio como suplemento alimenticio. Por lo que, se eliminaría este sector como un mercado potencial.

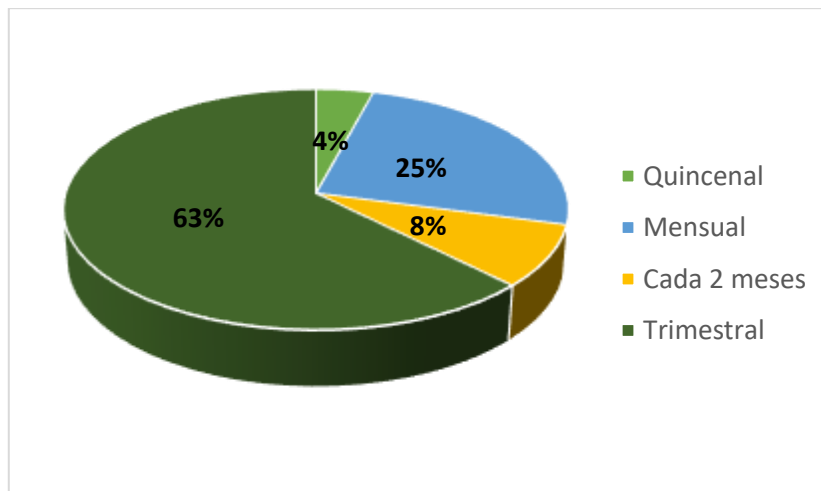
Como se vio en la **Ilustración 3.1** anterior, las industrias de criadero de animales representaron un 11% de las encuestas, lo que quiere decir que, del 24% que no consumen estos productos casi la mitad de este porcentaje consistió en estas tres industrias del mercado.



**Ilustración 3.2 Resultado del consumo del carbonato de calcio en las industrias.**

**- Frecuencia de consumo**

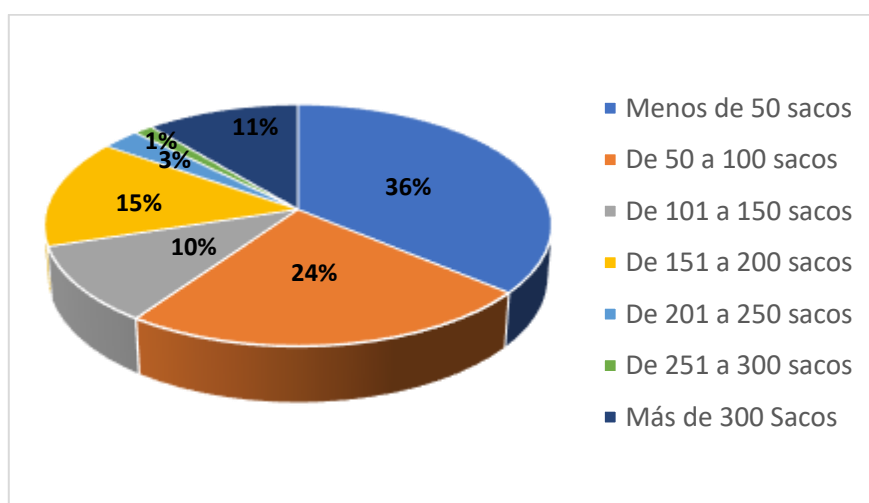
Se determinó que el 63% de la población estudiada tiene una frecuencia trimestral del consumo de carbonato de calcio, el 25% lo consume mensualmente, mientras que, en los pequeños porcentajes del 8% y 4% lo consumen cada 2 meses y quincenalmente, respectivamente, como se muestra en la **Ilustración 3.3**.



**Ilustración 3.3 Resultados de la frecuencia de consumo del carbonato de calcio.**

### - Cantidad de consumo

En este apartado se obtuvo que la población estudiada consume mayoritariamente cantidades de menos de 50 sacos (45 Kilogramos por saco) y entre 50 y 100 sacos, en un porcentaje de 36% y 24% respectivamente. Por otro lado, en menor medida se consumen cantidades entre 101 y 150, 151 y 200, y más de 300 sacos, en porcentajes del 10%, 15% y 11%, respectivamente, como se puede ver en la **Ilustración 3.4**.

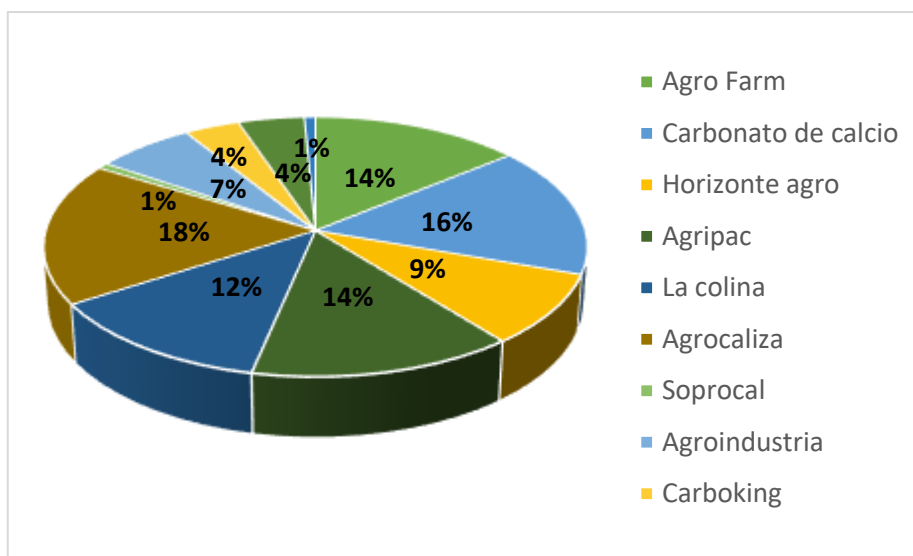


**Ilustración 3.4 Resultados de la cantidad de uso del carbonato de calcio.**

### - Preferencias de marcas del carbonato de calcio

Como se muestra en la **Ilustración 3.5**, las preferencias de marcas usadas por la población en cuestión son bastante variada, siendo Agrocalizas, Agro Farm, Agripac y La colina las marcas más con mayor salida en el mercado, con un porcentaje de 18%, 14%, 14% y 12% respectivamente. Estas marcas, en su mayor medida, son para uso agrícola y esto se puede explicar con el alto porcentaje (véase la **Tabla 3.1**) que esta actividad económica representa en la provincia de Guayas.

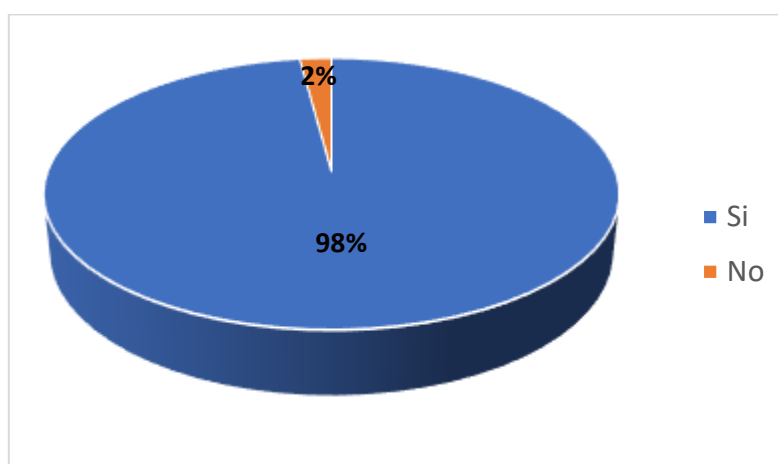
Por otro lado, en la **Ilustración 3.5** se observa otro porcentaje alto de 14% para el carbonato de calcio, siendo este el nombre del producto, el cual se encuentra escrito en grande en los diferentes productos. Esto nos indica que este porcentaje de la población no le presta mucha atención a la marca, sino más bien, al uso del producto en sí.



**Ilustración 3.5 Resultados de marcas usadas por la población.**

**- Conformidad del usuario**

La satisfacción de la población con respecto al uso del carbonato de calcio es de un 98%, como se muestra en la **Ilustración 3.6**. Tomando como referencia el resultado de la **Pregunta #5**, en este apartado se entiende que la satisfacción de la población está dada por el uso en sí del producto, más no por una marca en particular.

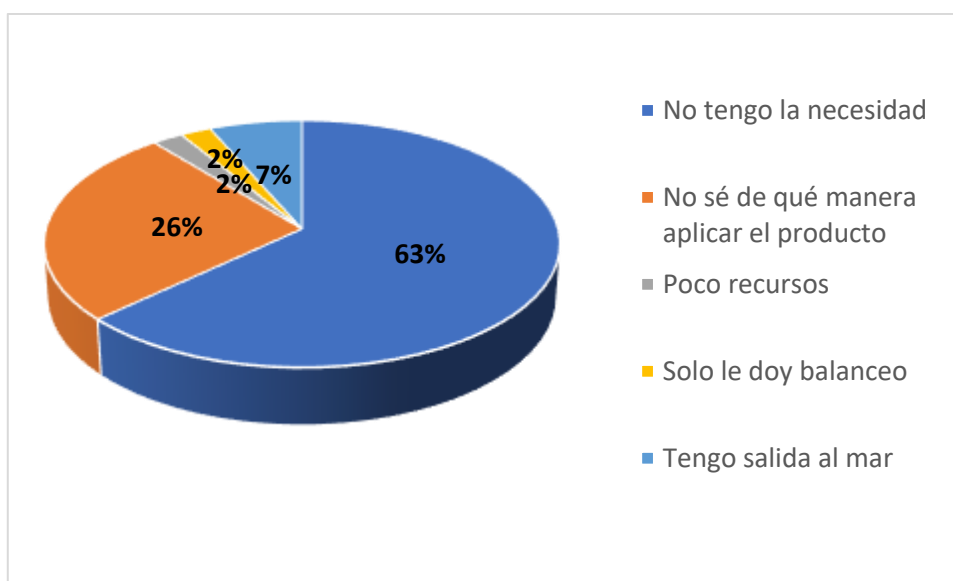


**Ilustración 3.6 Resultados de la satisfacción en la población con el producto usado.**



### - Índices e incidencias de la falta de consumo del carbonato de calcio

En este apartado se obtuvieron los motivos por los cuales el porcentaje de la población que no consume este producto (véase la **Ilustración 3.2**), no lo hace. La mayoría, siendo el 63% de este grupo, no tienen la necesidad de usarlo. Por otro lado, el 26% del grupo en cuestión, dice no saber de qué manera aplicar el producto, Como se ve en la **Ilustración 3.7**. De este 26% existe la posibilidad de una porción del mercado disponible con falta de conocimiento de las utilidades de este producto para su actividad económica.



**Ilustración 3.7 Descripción de los motivos en la población que no consume el producto.**

### 3.1.3 Descripción de los productos a comercializar

Según los datos obtenidos de la encuesta se procede a detallar las características de los productos que la empresa comercializará. Tomando en cuenta que se determinó que no existe un mercado disponible en la industria de criaderos de animales, la empresa deberá enfocar sus recursos a la producción y comercialización de los productos que se describen en la **Tabla 3.2**.

**Tabla 3.2 Descripción de los productos a comercializar.**

<b>Actividad económica</b>	<b>Granulometría del producto</b>	<b>presentación</b>
Fabricación de vidrios	Malla #12 - #20	Al Granel
Piscinas camaroneras	Malla #40	Sacos de 45 Kg
Agricultura	Malla # 30 - 40	Sacos de 45 Kg

Según la investigación de mercado preliminar que se realizó, los precios de cada producto varían en función a la granulometría del producto. El precio que ellos mantienen para el producto al granel

### **3.1.4 Demanda proyectada**

Según los datos recogidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el número de empresas que se registra en la provincia de **Guayas**, y que se dedican a la actividad económica de la fabricación de vidrios, piscinas camaroneras, agricultura y criadero de animales, son 5.859, como se muestra en la **Tabla 2.2** del **CAPITULO 2**.

Por otro lado, de acuerdo con los datos recogidos de la encuesta realizada (**Pregunta #2**) se determinó que el 76% de la población estudiada consume carbonato de calcio. Esto significa que un aproximado de 4.441 empresas consumen el producto, siendo este número de empresas, por consiguiente, el mercado potencial.

Además, con los datos obtenidos de la **Pregunta #4** se conoce la cantidad de sacos que el mercado potencial consume y el porcentaje de este con respecto a cada cantidad consumida (véase la **Ilustración 3.4**). Esto resulta en un aproximado de 482.597 sacos, los mismos que se encuentran en una presentación de 45 Kg en el mercado, para darnos un total de 21`716.846 Kg, o también, 21.716 toneladas. Adicionalmente, con la **Pregunta #3** se obtuvo la frecuencia de consumo y el porcentaje del mercado potencial (véase la **Ilustración 3.3**). Esto nos da un resultado de consumo de aproximadamente 140.255 toneladas al presente año (ver **Anexo 7**), como se resumen en la **Tabla 3.3**.

**Tabla 3.3 Demanda actual por año medida en tonelaje.**

<b>Mercado potencial (# de empresas)</b>	<b>Consumo mensual (Toneladas)</b>	<b>Consumo anual (Toneladas)</b>
4.441	11.687	140.255

Por último, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento histórica que han tenido las empresas del sector económico que se está analizando podemos obtener el consumo anual histórico (véase la **Tabla 3.4**); y, por consiguiente, proceder a realizar una proyección de la demanda para los próximos 5 años.

Los datos de “tasa de crecimiento” otorgados por del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo reflejan hasta el 2019. Por lo tanto, según los datos históricos se hizo una proyección de las tasas de crecimiento siguientes hasta el presente año. Teniendo en cuenta el declive económico que hubo a nivel nacional en el 2020, debido a la pandemia por Covid-19, el porcentaje que resultó para este año se lo considera ficticio. Sin embargo, este porcentaje fue el resultado de una tendencia de años anteriores y fue necesario para hacer la proyección desde el presente año (2021) hasta 5 años en el futuro.

**Tabla 3.4 Demanda histórica de carbonato de calcio en la provincia de Guayas.**

<b>Año</b>	<b>Tasa de crecimiento anual</b>	<b>Consumo anual (Toneladas)</b>
2017	-1,26 %	130.601,8
2018	2,15 %	133.409,8
2019	-0,60 %	132.609,3
2020	4,17 %	138.139,1
2021	1,51 %	140.225,0

Para realizar la proyección usamos la fórmula de regresión lineal propuesta en el **CAPITULO 2**, con el cual se determinó la demanda para los próximos años (véase el **Anexo 8**). En la **Tabla 3.5** se presenta el resumen de los valores calculados en toneladas de la demanda proyectada.

**Tabla 3.5 Demanda proyectada del mercado potencial para los próximos 5 años.**

Año	Tasa de crecimiento anual	Demanda proyectada (Toneladas)
2022	1,48 %	142.297,5
2023	1,52 %	144.465,7
2024	1,57 %	146.732,9
2025	1,62 %	149.102,8
2026	1,66 %	151.579,1

### 3.1.5 Oferta proyectada

Para determinar la oferta proyectada nos basamos en los datos que ofrece los reportes sistema de administración de derechos mineros (SADMIN) y sistema de gestión minera (SGM) sobre la producción anual de calizas registradas (ver **Anexo 16**). De acuerdo con estos valores se obtuvo la tasa de crecimiento de producción anual histórico nacional, como se ve en la **Tabla 3.6**; Para la cual, se procedió a realizar la proyección para los años futuros. Cabe recalcar que, los datos obtenidos de esta entidad son los reportados hasta el año 2019, por lo cual, el resultado de los años 2020 y 2021 fue estimados mediante el mismo método de proyección que se usó en este trabajo.

**Tabla 3.6 Tasa de crecimiento histórica de la producción de calizas.**

Año	Tasa de crecimiento anual	Consumo anual (Toneladas)
2017	-22,40 %	3.516.852,2
2018	-13,92 %	3.027.169,4
2019	10,77 %	3.353.278,0
2020	5,48 %	3.537.081,85
2021	5,61 %	3.735.541,12

Adicionalmente, se tomó el porcentaje que representa la producción de este material en la provincia del Guayas, según los datos obtenidos del INEC, en base a la participación del número de empresas que se dedican a la producción de este, tomando como un valor promedio el de 12.28%, el cual que se explica con más detalle en el **Anexo 9**. Con esto

estos valores anteriores, se obtuvo los valores proyectados de producción de carbonato de calcio pertinentes a la provincia de Guayas, como se muestra en la **Tabla 3.7**.

**Tabla 3.7 Producción de carbonato de calcio en la provincia de Guayas.**

<b>Año</b>	<b>Tasa de crecimiento anual</b>	<b>Producción anual nacional (Toneladas)</b>	<b>Producción en Guayas, 12.28% (Toneladas)</b>
2022	5,74 %	3.949.973,1	484.877,2
2023	5,87 %	4.181.829,5	513.338,6
2024	6,00 %	4.432.710,9	544.135,4
2025	6,13 %	4.704.383,9	577.484,5
2026	6,26 %	4.998.799,4	613.625,4

Este valor proyectado sería la producción general, en Guayas, que será destinada para todas las industrias en la cual el carbonato de calcio tiene una aplicación, De aquellas, la industria de la construcción ha tenido la mayor participación en el mercado, históricamente. Por lo tanto, a este valor proyectado, se le descontó el porcentaje que representa la industria de la construcción sobre el resto de las industrias afines al carbonato de calcio. Para esto, se tomaron los porcentajes históricos que ha tenido dicha industria, de los datos arrojados por el INEC, resultando en un porcentaje promedio de 41.6% (Véase el **Anexo 10**). Los valores finales se describen en la **Tabla 3.8**.

**Tabla 3.8 Oferta proyectada del mercado potencial para los próximos 5 años.**

<b>Año</b>	<b>Oferta proyectada (Toneladas)</b>
2022	283.208,9
2023	299.832,8
2024	317.820,7
2025	337.299,4
2026	358.408,7

### 3.1.6 Demanda insatisfecha

Con los valores de la Demanda y la Oferta proyectadas, se determinó que no existe una demanda insatisfecha en el mercado para las industrias estudiadas, como se explica en la **Tabla 3.9**. Esto es porque la oferta del mercado es más alta que la demanda que estas industrias van a generar. Por lo tanto, se concluye que el proyecto no será factible de realizar dado a que no hay un mercado disponible.

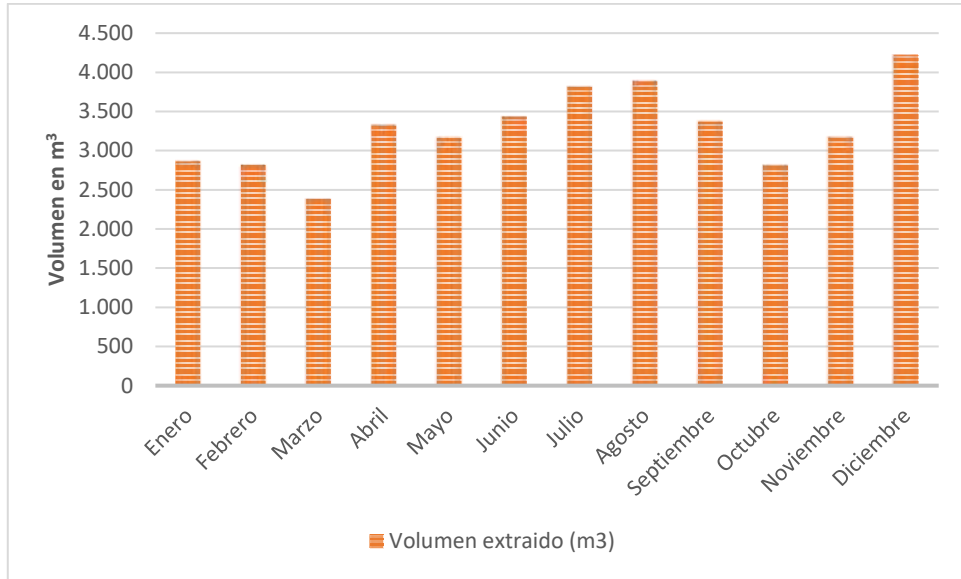
**Tabla 3.9 Demanda insatisfecha para las industrias estudiadas.**

<b>Demanda proyectada</b>	<b>Oferta proyectada</b>	<b>Demanda insatisfecha</b>
142.297,5	283.208,9	-140.911,4
144.465,7	299.832,8	-155.367,1
146.732,9	317.820,7	-171.087,8
149.102,8	337.299,4	-188.196,6
151.579,1	358.408,7	-206.829,6

## 3.2. Estudio técnico-económico

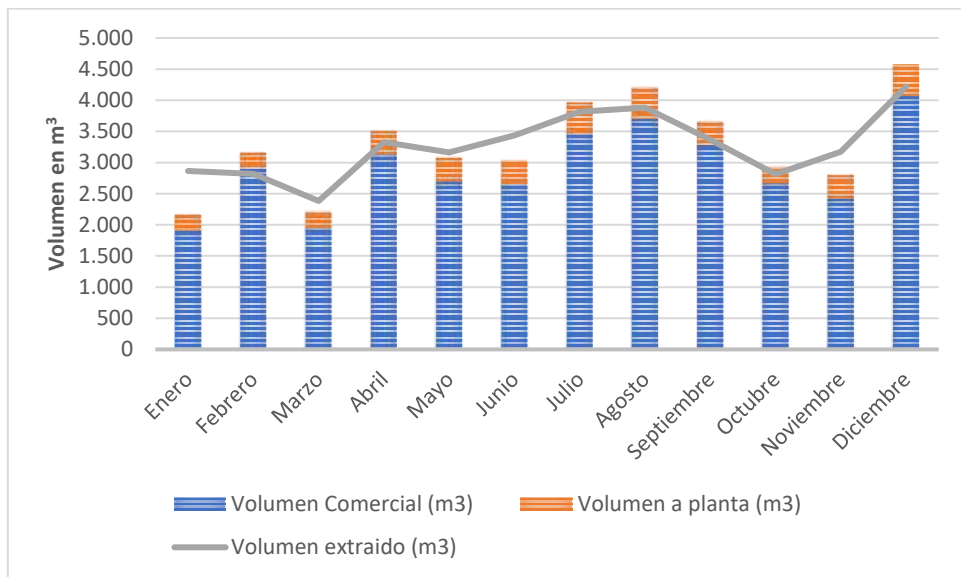
### 3.2.1 Producción de la cantera

El volumen de producción de la cantera “Perla del Pacífico” varía según la demanda del mercado y las condiciones climáticas. Esto se ve reflejado en los meses más bajo del año, debido a que febrero y marzo son época de invierno, como se muestra en la **Ilustración 3.8**. En esta se observa el desempeño en la producción del año 2019, donde se obtuvo un volumen total de 39.255,50 metros cubico de calizas, con una producción mínima de 2.382,5 para el mes de marzo y una máxima de 4.218,0 metros cúbicos para el mes de diciembre.



**Ilustración 3.8 Volumen de calizas extraídas, en m<sup>3</sup>, durante el año 2019.**

De estos volúmenes de producción que la empresa tuvo, un promedio del 11,02 % de este fue llevado a la planta productiva para un posterior tratamiento de reducción física (se explica con más detalle en el **Anexo 11**). Para los meses en los cuales tuvieron un exceso de producción, el material fue almacenado para sus posteriores meses del año, como se puede ver en la **Ilustración 3.9**.



**Ilustración 3.9 Distribución del volumen de producción en m<sup>3</sup>, durante el año 2019.**

### 3.2.2 Esquema de perforación

La malla de perforación tiene una dimensión geométrica rectangular, la cual es sometida a variaciones según el plano superior del talud y la experiencia del perforista a cargo, resultado de las múltiples voladuras realizadas en la zona minera. Esto nos indica que el esquema de perforación se lo realiza en base a criterios empíricos, y como consecuencia, existe la falta de un registro del diseño de malla y parámetros para una correcta voladura del material.

En la **Tabla 3.10** se describe los parámetros de perforación usados en la cantera, tomando en cuenta el esquema rectangular que se explicó con anterioridad. Mediante los cálculos pertinentes se obtuvo que la perforación que se realiza actualmente en “Perla del Pacífico” tiene una perforación específica de  $0.39 \text{ mlp/m}^3$ , lo cual indica que se tiene un desgaste considerable de los equipos de perforación para un volumen explotado  $150 \text{ m}^3$ , aproximadamente.

**Tabla 3.10 Parámetros de perforación usados actualmente en la cantera “Perla del Pacífico”.**

Parámetros	Unidad	Valores
Diámetro de perforación	(Pulg.)	1,5
Burden	(m)	1,5
Espaciamiento	(m)	1,9
Altura de banco	(m)	2,1
Sobreperforación	(m)	0,3
Longitud total de perforación	(m)	2,4
Perforación específica	(mlp/m <sup>3</sup> )	0,395
Densidad de la roca	(ton/m <sup>3</sup> )	2,4
Numero de huecos	-	20 - 30

En la **Tabla 3.11** se muestran los respectivos costos en base a los parámetros de perforación descritos con anterioridad, el cual se explica con mayor detalle en el **Anexo 12**. Dentro de los mismo no se considera el costo por perforista debido a que el perforista



es uno de los obreros que se encargará posteriormente de realizar la fragmentación secundaria con combos. Por este motivo el perforista se considerado, al final, en conjunto con el resto del personal que labora en cantera.

**Tabla 3.11 Costos por equipos e insumos de perforación para el actual esquema.**

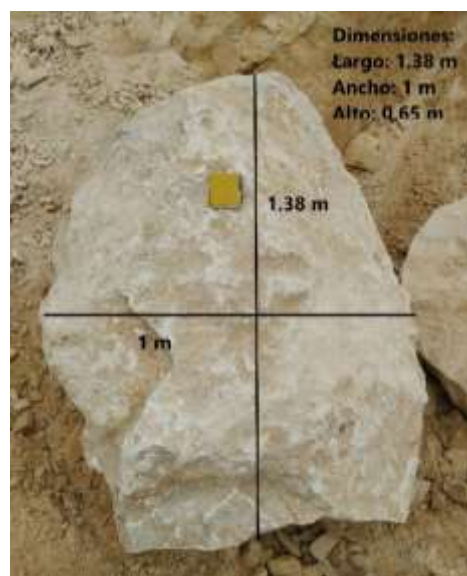
Equipo e insumos	Precio (\$)	Unidad	Consumo	Costo
Barrenos	750	Unidad	0,0138	\$ 10,34
Broca	50	Unidad	0,0656	\$ 3,28
Diesel	1,56	Galón	6 galones	\$ 6,24
Aceite	17	Galón	1 galón	\$ 0,77
<b>Total costos (\$/m3)</b>				0,14

### 3.2.3 Cálculo de índices de voladura

En la **Tabla 3.12** se describen los resultados del esquema de voladura en base a los parámetros de perforación que se presentó en el apartado anterior y las características de los insumos usados. Mediante los cálculos pertinentes se determinó que actualmente la voladura realizada tiene una densidad de carga de  $0,2987 \text{ kg/m}^3$ , lo cual se encuentra en el mínimo dentro del rango recomendable según López Jimeno et al., (2003), quienes describen valores entre  $0,27$  a  $0,38 \text{ kg/m}^3$  para calizas, o rocas blandas (Ver **Anexo 3**). Sin embargo, la voladura empleada es ineficiente debido a que no tiene una buena fragmentación del material, entregando como resultado rocas hasta de 1,4 metro de diámetro (ver **Ilustración 3.10 y 3.11**), aproximadamente. Debido a esto, se emplea un proceso de fragmentación secundaria para reducir el tamaño de esta.



**Ilustración 3.10 Rocas calizas explotadas con sobre tamaño.**



**Ilustración 3.11 Dimensiones de las rocas con sobre tamaño.**

Adicionalmente, se constató que la altura del taco empleado no es el adecuado, resultando en un escape de los gases de los explosivos, reduciendo la eficiencia de este. Según López Jimeno et al., (2003), el valor del taco debe variar según la carga de explosivo empleado, sin embargo, por métodos prácticos la dimensión del taco puede estar en valores entre 0,7 y 1,3 del valor del Burden. Finalmente, para el Burden usado

en este esquema se necesitaría un taco de mínimo 1,05 metros, siendo casi 2 veces más del valor actual.

**Tabla 3.12 Parámetros de voladura e insumos usados actualmente en la cantera “Perla del Pacífico”.**

Parámetros	Unidad	Valores
Diámetro de perforación	(pulg.)	1,5
Longitud de taco	(m)	0,4
Longitud total de perforación	(m)	2,4
Longitud de carga de fondo	(cm)	8,89
Masa de fondo	(Kg)	0,04
Longitud de carga de columna	(cm)	191,11
Masa de columna	(Kg)	1,74
Numero de huecos	-	25
Volumen explotado	(m <sup>3</sup> )	149,63
Densidad de carga	(Kg/m <sup>3</sup> )	0,2987
Características		Valores
Diámetro del Riodin	(pulg.)	7/8
Largo del Riodin	(pulg.)	7
Densidad del Riodin	(g/cm <sup>3</sup> )	1,3
Densidad del ANFO	(g/cm <sup>3</sup> )	0,8

Por último, en la **Tabla 3.13** se presentan los costos que incurren en el actual esquema de voladura, para 25 huecos, presentados anteriormente. Mediante este esquema se logra un volumen explotado a un costo de \$0,89 por metro cubico, el cual solo considera los insumos de voladura.

**Tabla 3.13 Costos de voladura para el esquema actual de la cantera “Perla del Pacifico”.**

Insumos	Precio		Consumo		Costo
Dinamita	4,839	\$/unidad	1	unidad	\$ 49,0
ANFO	1,393	\$/Kg	1,66	Kg	\$ 60,71
Fulminante	0,27	\$/unidad	1	unidad	\$ 6,75
Mecha lenta	0,27	\$/metro	2,5	Metros	\$ 16,88
<b>Total costos (\$/m3)</b>					<b>0,89</b>

### 3.2.4 Fragmentación secundaria

La fragmentación secundaria es un proceso manual que lo realizan cuatro obreros, mediante la aplicación de fuerza con combos. Dos de ellos también son encargados de realizar la perforación de manera alternada, lo cual es parte de sus labores diarias asignadas. Por lo cual, se incluyen el costo por los 4 obreros en esta sección.

El sueldo de cada obrero corresponde a \$500 mensuales lo cual representa un valor diario de \$22,73 aproximadamente. En la **Tabla 3.14** se muestra un resumen del valor que representan los 4 obreros por día. De este valor diario, el costo por producción varía según el volumen de producción diaria. Esto significa que, a mayor volumen de producción menor será el costo por el personal. Asumiendo el esquema de voladura de 25 huecos del apartado anterior (ver la **Tabla 3.12**), para un volumen de 150 m<sup>3</sup>, el costo de producción por los obreros asciende a \$0,61, aproximadamente.

**Tabla 3.14 Costos de producción por personal obrero.**

Costo diario por obrero	Número de obreros	Costo diario	Volumen explotado (m <sup>3</sup> )	Costo de producción
\$ 22,73	4	\$ 90,91	142,5	\$ 0,608

### 3.2.5 Carga y transporte

La etapa de carga, al igual que la de transporte, es realizada por el personal de la cantera. Por lo cual, se consideran las mensualidades de los operadores de la excavadora y de la volqueta designada para la cantera. En la **Tabla 3.15** se describen los promedios del tiempo de carga y el rendimiento de la excavadora, la cual obtuvo un porcentaje promedio de 61,54% de aprovechamiento del cazo. Esto se da, principalmente, debido a que las rocas de sobre tamaño llenan de manera asimétrica el cazo dejando vacío parte de este.

**Tabla 3.15 Rendimiento del proceso de carga**

Parámetros	Unidades	Valores
Tiempo de ciclo excavadora	Segundos	34
Numero de ciclos	-	13
Tiempo de carga	Minutos	7,37
Capacidad de volqueta	m <sup>3</sup>	8
Rendimiento del cazo	%	61,54

En la **Tabla 3.16** se resumen los valores que representan los operadores y los valores que incurren en el mantenimiento y operación de las maquinarias (ver con mayor detalle en **Anexo 12**). De igual manera que el apartado anterior, el costo de producción por carga y transporte varían en función a la producción diaria de la cantera, siendo el costo inversamente proporcional a la producción diaria. Por otro lado, hay que recalcar que el material que es vendido directamente desde la cantera (89%) no está sujeto a costos de transporte dado a que los clientes efectúan la transportación del material con sus propios equipos. Por lo tanto, la suma de costos para el material en bruto termina con aquellos incurridos por el proceso de carga; y, los costos por transporte son agregados al material puesto en planta (11%).

**Tabla 3.16 Costos por carga y transporte**

<b>CARGA</b>	Volumen: 149,6 m <sup>3</sup>	<b>TRANSPORTE</b>	1 viaje: 8 m <sup>3</sup>
<b>Rubros</b>	<b>Costo (turno)</b>	<b>Rubros</b>	<b>Costo (turno)</b>
Operador	\$ 36,36	Operador	\$ 36,36
Combustible	\$ 39,0	Combustible	\$ 15,45
Aceite	\$ 3,86	Aceite	\$ 5,45
Mantenimiento	\$ 9,09	Llantas	\$ 4,55
<b>Total (\$/m<sup>3</sup>)</b>	0,59	Mantenimiento	\$ 5,45
		<b>Total (\$/m<sup>3</sup>)</b>	8,41

Adicionalmente, se considera el costo de transportación por una volqueta de 15 m<sup>3</sup> contratada a un valor de \$9 por metro cubico, o \$135 por viaje. Dicho servicio es

contratado de 1 a 3 veces por semana según la demanda de la temporada. Por otro lado, cuando la empresa efectúa 2 viajes al día el servicio tiene un costo de \$5,74 por metro cúbico (ver **Anexo 12**). Esto nos indica que siempre que se haga 2 viajes diarios, resultará más rentable que contratar un servicio externo. Sin embargo, en temporadas de alta demanda necesitan transportar más de 16 m<sup>3</sup> diarios a la planta, con lo cual, las volquetas de la empresa no cumplen con dicha capacidad operativa.

### 3.2.6 Cálculo de costos en cantera

A continuación, se presenta un resumen de los costos que se incurren en la cantera para la producción de calizas, incluyendo el personal que no influye directamente en la mano de obra de la producción en la cantera. Con lo cual, se agregan los valores del supervisor de la cantera y de la secretaria, como se detalla en la **Tabla 3.17**.

**Tabla 3.17 Costos por el personal de cantera**

Personal	Numero	Sueldo por personal	Costos por turno
Supervisor de mina	1	\$ 800	\$ 36,36
Secretaria	1	\$ 400	\$ 18,18
<b>Total costo por producción (\$/m<sup>3</sup>)</b>			0,37

Por último, en la **Tabla 3.18** se presenta una sumatoria de todos los costos que incurre en cada etapa productiva de la cantera, agregando los costos por el personal con influencia indirecta en la producción, mencionados anteriormente. Adicionalmente, se consideran los costos por regalías los cuales, según el SRI, equivale al 3% sobre el costo de producción. En dicha tabla, se evidencia que el costo por fragmentación secundaria (22,8%) representa el segundo mayor costo de la sumatoria total, después del costo por voladura (33,4%), siendo una etapa productiva adicional para cumplir con el objetivo que debería cumplir la voladura en primeras instancias. Tomando en cuenta que la malla de perforación es inadecuada para alcanzar niveles óptimos de fragmentación, ésta debería reducirse de tamaño para conseguir una media de consumo específico de voladura (CE) de 0.32 Kg/m<sup>3</sup>, según lo recomendado por (López Jimeno et al., 2003) y eliminar el costo que se incurre en esta etapa adicional.

**Tabla 3.18 Sumatoria de los costos de producción en la cantera “Perla del Pacífico”**

<b>Etapa de producción</b>	<b>Costos (\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Porcentual</b>
Perforación	0,14	5,1 %
Voladura	0,89	33,4 %
<b>fragmentación manual</b>	<b>0,60</b>	<b>22,8 %</b>
Carga	0,59	22,1 %
Personal	0,37	13,7 %
<b>Subtotal</b>	<b>2,59</b>	-
Regalías	0,08	2,9%
<b>Total</b>	<b>2,67</b>	<b>100 %</b>

### **3.2.7 Proceso de conminución**

Según el esquema de trituración expuesto en el **CAPITULO 2**, se hizo un costeo por los insumos consumido para llevar a cabo este proceso. Tomando en cuenta que la energía de los equipos es autogenerada a partir de un motor Perkins de 4 cilindros, el costo del proceso de conminución se torna relativamente económico. Sin embargo, el esquema actual de planta es ineficiente dado a que entrega una cantidad de material grueso (superior a 3 mm), la cual no está monitorizada ni contabilizada. Este porcentaje de material grueso es reprocesado con material “nuevo” para conseguir el material fino (de 1mm o inferior) que necesitan.

Sin tomar en cuenta el reprocesamiento del material de mayor granulometría, en la **Tabla 3.19** se muestra un resumen de los insumos y los costos que incurren en la planta de procesamiento (ver **Anexo 13** con mayor detalle), teniendo en cuenta que su capacidad productiva es de, aproximadamente, 65 toneladas diarias con las 2 líneas de producción funcionando.

**Tabla 3.19 Costos de trituración**

Insumos	Precio		Consumo		Costo por turno
Diesel	1,56	\$/gal	5	Gal/h	\$ 54,60
Aceite	17	\$/unidad	1	Unidad/mes	\$ 0,77
Mantenimiento	100	\$/mes	1	Unidad/mes	\$ 4,55
<b>Total costos (\$/ton)</b>					0,92

Por último, en la **Tabla 3.20** se detalla la sumatoria de los costos de producción que actualmente mantiene la empresa GLOBALMAPRI S.A. en su planta productiva, desde el valor que tiene la materia prima puesto en planta hasta el costo final de sus productos, en el cual se puede ver que el costo de transportación del material representa el 40,82% aproximadamente, siendo el mayor valor en esta sumatoria.

Para este cálculo se tomó como valor de transportación el promedio del costo de 1 y 2 viajes por día, resultando en un valor de \$7,07 por metro cubico. Por consiguiente, el costo final (\$7,22 por tonelada) tendría una variación de  $\pm$  \$0,56; y en caso del valor por el servicio de transportación contratado (\$9), existe una diferencia de \$0,8 con este promedio.

**Tabla 3.20 Sumatoria de los costos de producción en planta.**

Rubros	Unidad	Costos	Porcentual
Producción en cantera	(\$/m <sup>3</sup> )	2,67	14,67 %
Transporte	(\$/m <sup>3</sup> )	7,07	40,82 %
<b>Total del material puesto en planta</b>	<b>(\$/ton)</b>	<b>4,42</b>	-
Trituración	(\$/ton)	0,92	12,16 %
Personal de planta	(\$/ton)	2,24	29,52 %
<b>Total</b>	<b>(\$/ton)</b>	<b>7,22</b>	<b>100 %</b>



### 3.2.8 Propuesta de optimización de voladura

Para presentar la propuesta final de optimización, primero se realizó un caso base, o ideal, donde se ajustaron todos los parámetros de perforación y voladura a unos valores adecuados que alcance una densidad de carga o consumo específico de voladura (CE) de alrededor de 0,32 Kg/m<sup>3</sup> según lo describe López Jimeno et al., (2003) en su manual de perforación y voladura.

En la **Tabla 3.21** se comparan los valores de los parámetros de perforación y voladura para 3 distintos casos, Caso real (malla actual), Caso ideal, y Caso Optimizado; en donde, en este último, se varió los parámetros según las fórmulas propuestas en el **CAPÍTULO 2**, a tal punto que permita obtener un nivel óptimo del consumo específico de la voladura, y a su vez, una reducción en los costos en esta etapa productiva. Consecuentemente, el Caso Ideal y el Optimizado permitieron la eliminación de la etapa de fragmentación manual, por tanto, una reducción en los costos de producción totales.

**Tabla 3.21 Comparación de los casos de perforación y voladura propuestos**

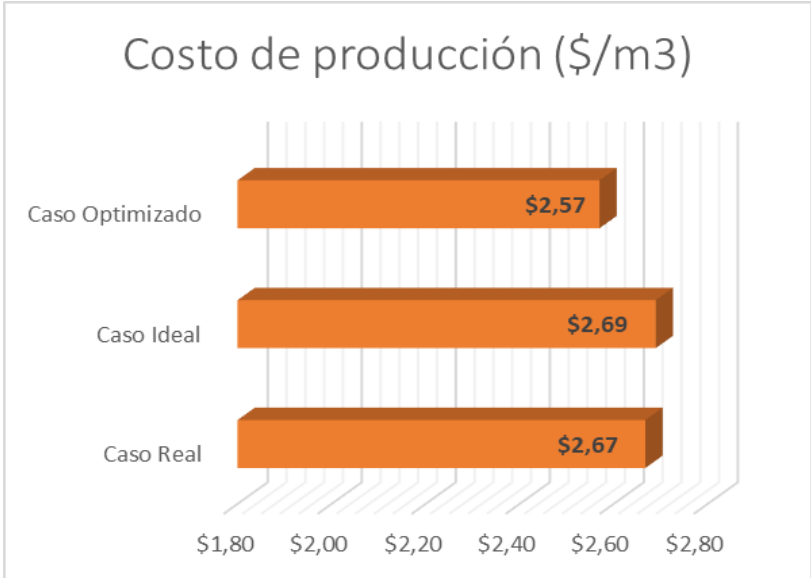
Parámetros	Unidad	Caso real	Caso ideal	Caso optimizado
Diámetro	Pulg.	1,50	1,5	1,5
Burden	m	1,50	1,3	1,3
Espaciamiento	m	1,90	1,55	1,7
Longitud de taco	m	0,40	0,91	0,85
Sobreperforación	m	0,30	0,38	0,38
Altura de banco	m	2,1	2,05	2,05
Longitud total de perforación	m	2,40	2,43	2,43
Longitud de carga de fondo	cm	8,89	8,89	8,89
Longitud de carga de columna	m	1,91	1,44	1,44
Volumen explotado	m <sup>3</sup>	149,63	103,27	113,26
Perforación específica	mlp/m <sup>3</sup>	0,395	0,574	0,523
<b>Consumo específico de voladura</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,299</b>	<b>0,329</b>	<b>0,310</b>
Numero de huecos	-	25	25	25

Si bien es cierto, reducir la malla de perforación implica una disminución en el volumen explotado para un mismo número de perforaciones, tal y como se explica en la **Tabla**

**3.21.** Por lo tanto, se estimó una producción diaria promedio según el reporte de producción anual del año 2019 (ver **Anexo 14**). En base a esta producción diaria estimada, se calculó el número de perforaciones pertinentes a cada caso que permita cumplir con este volumen de material explotado, como se muestra en la **Tabla 3.22**. Posteriormente, se calculó los costos de producción para cada uno de los casos (ver **Anexo 15**), considerando los respectivos números de perforación, en donde se logró un ahorro de \$0,10 por metro cubico explotado para el Caso optimizado en comparación al Caso Real, como se muestra en la **Ilustración 3.12**.

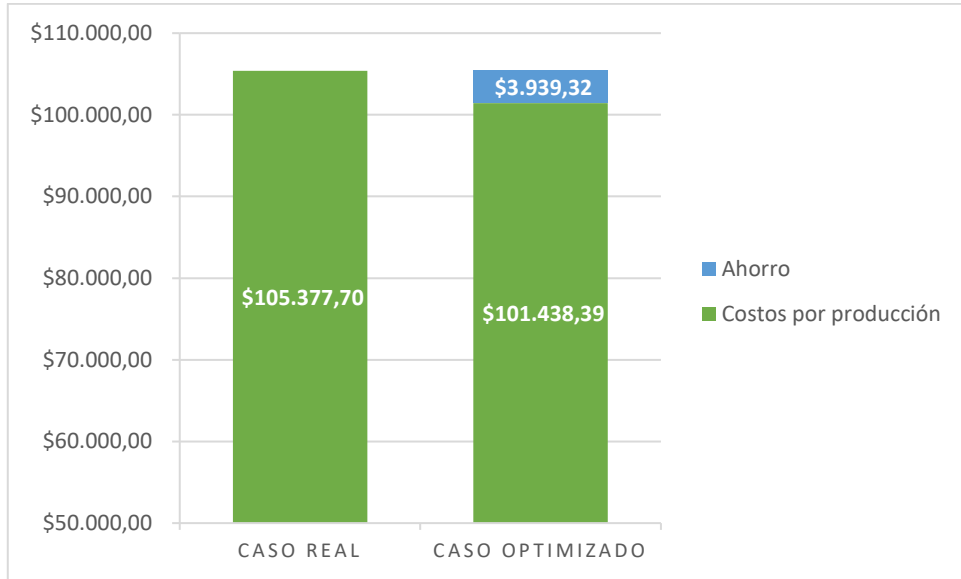
**Tabla 3.22 Número de perforaciones, en cada caso, para el volumen de producción diaria estimada.**

	Reporte de producción (2019)	Caso Real	Caso Ideal	Caso Optimizado
Numero de huecos	-	25	36	33
Producción anual (m <sup>3</sup> )	39.255,50	39.501,00	39.258,65	39,469,72



**Ilustración 3.12 Comparación de costos de producción de los diferentes casos.**

Finalmente, para el costo de producción obtenido del Caso Optimizado, se estima un ahorro de \$3.939,32 equivalentes a un 3,74% del costo anual que tuvo la empresa GLOBALMAPRI S.A. en el año 2019, como se muestra en la **Ilustración 3.13**.



**Ilustración 3.13 Comparativa de los costos por producción del año 2019 entre el caso real y caso optimizado.**

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- ✓ Mediante el análisis de mercado se determinó que la demanda en las industrias estudiadas en este proyecto se encuentra cubierta por la oferta para los siguientes 5 años dentro de la provincia del Guayas, lo que significaría un alto riesgo en una posible inversión para la comercialización a estas industrias. Cabe recalcar que no se tomó en cuenta la aplicación para la construcción y el uso químico para los grandes proyectos actuales de minería metálica, los cuales son los que mayor demanda de carbonato de calcio presentan actualmente en el mercado.
- ✓ La realización de la optimización en el proceso de voladura permitió alcanzar parte del objetivo del proyecto, la cual fue buscar un incremento en la rentabilidad de la empresa.
- ✓ La voladura empleada en la cantera presenta una baja densidad de carga de explosivo ( $0,29 \text{ Kg/m}^3$ ), motivo por el cual tienen como resultado material fragmentado con un diámetro superior a 1 metro, por lo que se requiere de una fragmentación manual con combo para terminar de fragmentar dicho material.
- ✓ El costo por fragmentación manual representa, aproximadamente, el 23% del costo de producción en cantera, siendo el segundo mayor costo de este valor. Con lo cual, la optimización de la voladura permitió alcanzar niveles de densidad de carga explosiva cercanas a  $0,32 \text{ Kg/m}^3$ , y por tanto, una mejor fragmentación del material; resultando en una reducción anual de 3,75% en los costos de producción debido a la eliminación de la etapa adicional, antes mencionada.
- ✓ La implementación del modelo de voladura propuesto en este proyecto influyó de manera indirecta en la mejora integral del proceso productivo de la empresa, de los cuales se destaca, un mayor aprovechamiento del cazo de la excavadora, y

consecuentemente, una reducción en el tiempo de ciclo de carga y transporte; además, una mayor eficiencia en el proceso de conminución debido a que los equipos harán menor esfuerzo para triturar un material de menor diámetro. Para este último, es necesario realizar un análisis más exhaustivo que permita la determinación de una reducción de costos en el proceso de conminución como resultado de la implementación de este modelo de voladura.

- ✓ La empresa cuenta con dos tipos de servicios para trasladar anualmente los 4,388 metros cúbicos de caliza a la planta. De los cuales, el servicio propio, con un valor promedio de \$7,07 por m<sup>3</sup>, representa un 40,82% del costo total para el material procesado; y, el servicio contratado, con un valor acordado de \$9 por m<sup>3</sup>, representa un 46,74% del costo total para este material. Por lo cual, se debe priorizar el servicio de transportación propio garantizando una adecuada relación costo y volumen transportado.
  
- ✓ La volqueta Mercedes Ben, propiedad de la empresa, cuenta con una capacidad de logística de 2 viajes al día, logrando llevar 16 m<sup>3</sup>, aproximadamente, de material a la planta. Manteniendo este nivel operativo del equipo durante todo el año no se cumpliría con el volumen reportado en planta en el año 2019. Esto implica la necesidad del uso del servicio contratado que permita completar dicho volumen anual.

## **4.2. Recomendaciones**

- ✓ Realizar un estudio de mercado para la viabilidad y aceptación de productos innovadores y artesanales, derivados de la roca caliza, con la finalidad de encontrar un nuevo mercado potencial donde el riesgo de una inversión sea inferior.
  
- ✓ Considerando los grandes proyectos actuales de minería metálica, como los son “Loma larga” y “Mirador”, y las diferentes industrias que no se abarcaron en este trabajo, es necesario expandir el estudio de mercado a nivel nacional para

identificar la demanda local, así como las industrias que estén cubiertas por la oferta nacional.

- ✓ Teniendo en cuenta lo concluido sobre el servicio de transportación de la empresa y su capacidad de logística anual, se torna oportuno realizar una evaluación sobre la inversión realizar de una volqueta de mayor capacidad que permita cumplir con el volumen de material requerido en planta.
- ✓ Se recomienda realizar una optimización del proceso de conminución mediante la implementación de un equipo que permita reducir el producto resultante del molino de martillo, obteniendo una granulometría de malla #12 o inferior. Además, realizar un respectivo análisis sobre la inversión a realizar por el equipo y los beneficios asociados a este.
- ✓ Se recomienda realizar un diseño y planificación de la cantera que proporcione un plan de actividades desde la ejecución de la voladura hasta las labores auxiliares como construcción y mantenimiento de vías.
- ✓ Se recomienda realizar un estudio geológico mediante sondeos con la finalidad de conocer el nivel freático de la zona minera y al mismo tiempo estimar reservas del recurso mineral por debajo de la cota cero de la cantera.

# BIBLIOGRAFÍA

(UNAM), U. N. A. de M. (2011). Estudio Técnico. *Facultad de Economía, Capítulo II*, 53–93.

Alfaro León, W. (2011). *Clasificación y aplicación de rocas* (pp. 1–6). [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4481/1/TESINA\\_149.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4481/1/TESINA_149.pdf)

Alomalisa, J., & Villamar, K. (2018). *Optimización de explotación de caliza en la concesión minera “Perla del Pacífico” ubicada en la comuna San Antonio, cantón General Villamil, provincia del Guayas – Ecuador.*

ARCOM. (2021). *Geoportal Minero*. <http://geo.controlminero.gob.ec:1026/geovisor/>

Baquerizo, A., & Eusebio, M. (2013). *Estudio de Factibilidad para la Creación de la Microempresa Industrial de Procesamiento y Comercialización de Baldosas y Adoquines de Piedra Granito, para la “Asociación de Mineros en Canteras y Graveras de la Comuna San Rafael”, Provincia de Santa Elena.* (Issue 110, pp. 74–75).

BCE, B. del E. C. (2021). *Resultados al tercer trimestre de 2020 Enero 2021.* 18. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ReporteMinero012021.pdf>

Correa Rojas, D. A., & Santillán Llovera, L. (2016). Factibilidad Económica de la Explotación de Roca Caliza Para Producir Óxido de Calcio en la Concesión Minera no Metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca. *Universidad Privada Del Norte.*

Galán, J. S. (2015). *Estudio de Mercado*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-mercado.html>

Gobierno de España, E. (2006). *Fabricación de cal (emisiones de proceso)* (pp. 1–12). <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema->

espanol-de-inventario-sei-/040614-descarbonatac-fabric-cal\_tcm30-429852.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, (INEC). (2019). *Censo Nacional Económico*.  
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>

López Jimeno, C., López Jimeno, E., Pernia Llera, J., & Ortíz de Urbina, F. (2003). Manual de Perforación y Voladura de Rocas. In *Ingeopress* (p. 7).  
[http://www.entornografico.com/ingeopres/Ing\\_119/ing119\\_sum.htm](http://www.entornografico.com/ingeopres/Ing_119/ing119_sum.htm)

Luna, R., & Chaves, D. (2001). Guía para elaborar estudios de factibilidad. *Guía Para Elaborar Estudios de Factibilidad de Proyectos Ecoturísticos*, 35.

Ministerio de defensa Nacional Ministerio de Agricultura ganadería, Acuicultura, y P. (2012). *Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio*.

Miranda Miranda, J. J. (2005). Gestión de proyectos. Identificación - Formulación - Evaluación financiera - Económica - Social - Ambiental. *Gestion de Proyectos. Identificación-Formulación-Evaluación-Financiera, Económica, Social, Ambiental.*, 523.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Cme7JPBsR0cC&oi=fnd&pg=PR11&dq=gestión+de+proyectos&ots=jeq2CPc3ZG&sig=uwQfb8WtCOv4gROfipme3Bm6e48>

Molina, M. (2016). *Cambio climático* (p. 57).  
<https://centromariomolina.org/libro/libros/LibrodeQuimica/57/#zoom=z>

OBS Business School, A. P. (2021). *¿Qué es el Estudio Financiero?* OBS Business School. <https://www.obsbusiness.school/blog/estudio-financiero-en-que-consiste-y-como-llevarlo-cabo>

Peñaloza Saltos, P. J. (2020). Análisis de los Costos de Producción de una Cantera en sus Fases de Operación. *Universidad Técnica de Machala (UTMACH)*, 14–17.

Ramírez, N. (2011). *Trituración*. ProIndustriales.  
<http://proindustriales.blogspot.com/2013/05/trituracion.html#:~:text=El mineral se carga en,parte inferior forman las mandíbulas.>



Seguridad Minera, S. (2017). *Cómo se relaciona el carguío y transporte con el resto de actividades para la extracción del mineral*. Seguridad Minera. <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/el-carguio-y-transporte-y-su-relacion-con-otras-etapas-de-la-explotacion/>

Universidad de Cantabria, U. (2014). Bloque ii – capítulo 7. trituración. *Universidad de Cantabria*.

Vilca Barrantes, R. (2019). Reducción de Costos Mediante la Optimización de las Variables del Diseño de Perforación y Voladura para la Explotación de Caliza - Cantera Mercedes. *Universidad Nacional Del Altiplano*, 19–20. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11498/Vilca\\_Barrantes\\_Richard.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11498/Vilca_Barrantes_Richard.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Yarmuch Gúzman, J. L. (2012). Simulación del Sistema de Carguío y Transporte Mina Chuquicamata. *Universidad de Chile*. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/102798/Simulación-del-sistema-de-carguío-y-transporte-Mina-Chuquicamata.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

# ANEXO

## Anexo 1: Especificaciones del martillo JH40

### Especificaciones para el aceite de perforación de piedra

Características	Procedimiento de prueba	32°C (90°F) y temperaturas inferiores	Sobre 32°C (90°F)
Viscosidad:			
SUS at 100°F (38°C)	ASTM-D2161	175 Min.	450 Min.
SUS at 210°F (99°C)	ASTM-D2161	46 Min.	65 Min.
cST at 104°F (40°C)	ASTM-D445	37 Min.	105 Min.
cST at 212°F (100°C)	ASTM-D445	6 Min.	11 Min.
Punto de fusión, °F (°C) Max.	ASTM-D97	-10°F (-23°C)	-10°F (-23°C)
Punto de ignición, °F (°C) Max.	ASTM-D92	370°F (188°C)	400°F (204°C)
Índice de viscosidad, Min.	ASTM-D2270	90	90
No. de emulsión vaporosa, Min.	ASTM-1935-65	1200	1200
Consistencia	---	Fibroso	Fibroso
Prueba de carga Falex kg (lb) [Min.]	ASTM-D2670	2000 lbs. (907 kg)	2000 lbs. (907 kg)
Prueba de carga Timken E.P. kg (lb) [Min.]	ASTM-D2782	30 lbs. (14 kg)	30 lbs. (14 kg)

### Especificaciones

Modelo	Diámetro del cilindro	Carrera	Tamaño emmangadura (ex.)	Peso (Neto)	Consumo de aire at 90 psi (6.2 bar)		Impactos por minuto
I.D.	pulg. (mm)	pulg. (mm)	pulg.	lbs (kg)	ft <sup>3</sup> /min.	m <sup>3</sup> /min.	
JH40C1	2.5 (63.5)	2-5/8 (66.7)	7/8 x 3-1/4	61 (27.7)	115	3.25	2000
JH40C2	2.5 (63.5)	2-5/8 (66.7)	7/8 x 4-1/4	61 (27.7)	115	3.25	2000
JH40C3	2.5 (63.5)	2-5/8 (66.7)	1 x 4-1/4	61 (27.7)	115	3.25	2000

Modelo	Longitud total (sin herramienta)	Presión de aire recomendada en la admisión		Nivel Sonoro dB (A) (ISO15744)		Vibración (m/s <sup>2</sup> ) (ISO28927)	
		psig	bar	† Presión (L <sub>p</sub> )	‡ Potencia (L <sub>w</sub> )	Nivel	*K
JH40C1	22.5 (572)	90 - 100	6.2 - 6.9	--	--	--	--
JH40C2	22.5 (572)	90 - 100	6.2 - 6.9	--	--	--	--
JH40C3	22.5 (572)	90 - 100	6.2 - 6.9	--	--	--	--

† KpA = 3dB de error

‡ KwA = 3dB de error

\* K = de error (Vibración)

**Anexo 2: Valores de los parámetros geométricos de perforación en función al diámetro de perforación y a la resistencia de la roca.**

VARIABLE DE DISEÑO	RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE (MPa)			
	Blanda < 70	Media 70-120	Dura 120-180	Muy Dura > 180
PIEDRA - B	39 D	37 D	35 D	33 D
ESPACIAMIENTO - S	51 D	47 D	43 D	38 D
RETACADO - T	35 D	34 D	32 D	30 D
SOBREPERFORACION - J	10 D	11 D	12 D	12 D

**Anexo 3: Valores de densidad de carga explosiva (consumo específico) en función a la densidad de la roca. Fuente:**

CONSUMO ESPECIFICO DE EXPLOSIVO		DISTANCIA MEDIA ENTRE FRACTURAS NATURALES EN EL MACIZO (m)	RESISTENCIA DE LA ROCA A COMPRESION SIMPLE (MPa)	DENSIDAD DE LA ROCA (t/m <sup>3</sup> )
LIMITES DE CLASES (kg/m <sup>3</sup> )	VALOR MEDIO (kg/m <sup>3</sup> )			
0.12-0.18	0.150	< 0.10	10-30	1.40-1.80
0.18-0.27	0.225	0.10-0.25	20-45	1.75-2.35
0.27-0.38	0.320	0.20-0.50	30-65	2.25-2.55
0.38-0.52	0.450	0.45-0.75	50-90	2.50-2.80
0.52-0.68	0.600	0.70-1.00	70-120	2.75-2.90
0.68-0.88	0.780	0.95-1.25	110-160	2.85-3.00
0.88-1.10	0.990	1.20-1.50	145-205	2.95-3.20
1.10-1.37	1.235	1.45-1.70	195-250	3.15-3.40
1.37-1.68	1.525	1.65-1.90	235-300	3.35-3.60
1.68-2.03	1.855	> 1.85	> 285	> 3.55

## Anexo 4: Especificaciones de la excavadora CAT 320D GC.

### MOTOR

Potencia neta: ISO 9249 107 kW

Potencia del motor: ISO 14396 108 kW

### ENGINE

Modelo de motor Cat C4.4

Calibre 105 mm

Carrera 127 mm

Cilindrada 4.4 L

### SISTEMA HIDRÁULICO

Sistema principal: flujo máximo 429 L/min (113 gal EE.UU./min)

Presión máxima: equipo 35 kPa


Presión máxima de desplazamiento 34.3 kPa

Presión máxima de rotación 25 kPa

### DIMENSIONES

Pluma	Alcance de 5,7 m (18' 8")
Brazo	Alcance de 2,9 m (9' 6")
Cucharón	1 m <sup>3</sup> (1,31 yd <sup>3</sup> )
Altura de transporte: parte superior de la cabina	2.96 mm
Altura del pasamanos	2.95 mm
Longitud de transporte	9.53 mm
Radio de giro de la cola	2830 mm
Espacio libre del contrapeso	1.05 mm
Espacio libre sobre el suelo	470 mm
Longitud de la cadena	4.45 mm
Longitud hasta el centro de los rodillos	10.9 mm
Entrevía de cadena	2.38 mm
Ancho de transporte	2.98 mm

## Anexo 5: Especificaciones del motor PERKINS a diesel de 4 cilindros.

<b>GRUPO ELECTRÓGENO DIESEL</b>		
<b>MODELO</b>	<b>TG22P</b>	
Revoluciones / frecuencia	1500 rpm / 50 Hz	
Potencia principal (KW/KVA)	16 / 20	
Potencia Standby (KW/KVA)	18 / 22	
Voltaje, fases y cableado	400/230V, 3 fases y 4 cables	
Factor de potencia	0.8	
Máxima intensidad de salida (A)	32	
Tipo insonorización	Abierto	Insonorizado
Dimensiones(L*W*H)(mm)	1763*600*1295	2240*980*1505
Peso (kg)	750	1050
<p><b>Observaciones de rendimiento</b> (Funcionamiento en altitud <math>\leq 1500\text{m}</math>, Temperatura ambiente <math>\leq 40\text{C}^\circ</math>). Si la altura es superior a 1500m, cada 100m causará un decremento del 1%.</p> <p><b>Potencia Principal</b> Estas observaciones son aplicables en aplicaciones de potencia continua (con cargas variables). No existe limitación de funcionamiento, pero el grupo electrógeno no debe sobrecargarse durante más de 1 hora cada 12 horas.</p> <p><b>Potencia Standby</b> Estas especificaciones son aplicables para usos de potencia continua (con cargas variables) en el caso de un fallo repentino de tensión. La sobrecarga no está contemplada en estas especificaciones. El alternador está preparado para soportar las especificaciones anteriores ( definido en ISO8528-3) a 27C°.</p>		
<b>MOTOR DIESEL</b>		
<b>MARCA MOTOR</b>		
<b>Modelo del motor</b>	<b>404D-22G</b>	

<b>Características motor</b>	refrigerado por agua, 4 cilindros en línea vertical	
Máxima potencia (kw)	20.3	
Aspiración	natural	
Bore(mm)*Stroke (mm)	84x100	
Ratio de compresión	23.3:1	
Consumo (L/H)	3.7(100% load)	
Desplazamiento	2.216	
Sistema combustible	inyección directa	
Depósito aceite (L)	10.6	
Capacidad líquido refrigerante (L)	7.0	
Sistema de arranque (V)	12v	
Ajuste velocidad motor	electrónico	
Nivel sonoro (A) @ 7m	$\leq 96\text{dBA}$ (abierto)	$\leq 70\text{dBA}$ (insonorizado)

## Anexo 6: Encuesta realizada para el análisis de mercado.

### Aplicación del carbonato de calcio

1. ¿A qué actividad económica se dedica la empresa?
  - Cría de aves o ponedora de huevos
  - Cría de cerdos
  - Cría de bovino
  - Camaronera
  - Fabricación de cauchos
  - Fabricación de vidrios
  - Agricultura
2. ¿Utiliza el carbonato de calcio en su actividad económica? (si su respuesta es "No" por favor, pasar a la última pregunta)
  - Si
  - No
3. ¿Con qué frecuencia usa este producto?
  - Quincenal
  - Mensual
  - Cada 2 meses
  - Trimestral
4. ¿Qué cantidad del producto usualmente compra?
  - Menos 50 sacos
  - De 50 a 100 sacos
  - De 101 a 150 sacos
  - De 151 a 200 sacos
  - De 201 a 250 sacos
  - De 251 a 300 sacos
  - Más de 300 sacos
5. Actualmente, ¿Qué marca de este producto usa?  

---
6. ¿Se encuentra conforme con la calidad del producto?
  - Si
  - No
7. En caso de no usar el producto, ¿Por qué motivo no lo usa?
  - No tengo la necesidad
  - No sé de qué manera aplicar el producto.
  - No tengo conocimiento de este.

### Anexo 7: Detalles de los cálculos para la determinación de la demanda actual.

Numero de sacos	25	75	125	175	225	275	300	Total
Porcentaje	36,11%	23,61%	10,42%	14,58%	2,78%	1,39%	11,11%	
Mercado potencial	4.440,51	4.440,51	4.440,51	4.440,51	4.440,51	4.440,51	4.440,51	
Cantidad de consumo	40.087,89	78.633,95	57.819,08	113.325,39	27.753,16	16.960,26	148.016,84	482.597
Cantidad en kilogramos	1.803.955	3.538.528	2.601.859	5.099.643	1.248.892	763.212	6.660.758	<b>21.716.846</b>
	<b>Quincenal</b>	<b>Mensual</b>	<b>Cada 2 meses</b>	<b>Trimestral</b>	<b>Total</b>			
% de frecuencia	4,17%	25,00%	8,33%	62,50%	100,00%			
Cantidad por frecuencia	904.868,59	5.429.211,51	1.809.737,17	13.573.028,78	21.716.846			
Cantidad al año	23.526.583,22	65.150.538,16	10.858.423,03	40.719.086,35	140.254.630,76			
cant. Año x tonelada					140.254,63			

### Anexo 8: Detalles de los cálculos para la proyección de la demanda.

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>2017</b>	17	-1,26%	-21,42%	289
<b>2018</b>	18	2,15%	38,70%	324
<b>2019</b>	19	-0,60%	-11,40%	361
<b>2020</b>	20	4,17%	83,40%	400
<b>2021</b>	21	1,51%	31,71%	441
<b>Suma</b>	<b>186</b>	<b>5,67%</b>	<b>1,383</b>	<b>3026</b>

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>n</b>
0,473%	0,046%	12

	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>2022</b>	22	1,48%
<b>2023</b>	23	1,52%
<b>2024</b>	24	1,57%
<b>2025</b>	25	1,62%
<b>2026</b>	26	1,66%

**Anexo 9: Detalles de los cálculos para la proyección y estimación de oferta del mercado.**

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>xy</b>	<b>x<sup>2</sup></b>
<b>2005</b>	5	3,30%	16,49%	25
<b>2006</b>	6	12,39%	74,35%	36
<b>2007</b>	7	15,95%	111,62%	49
<b>2008</b>	8	-15,18%	-121,41%	64
<b>2009</b>	9	-7,64%	-68,73%	81
<b>2010</b>	10	-22,08%	-220,79%	100
<b>2011</b>	11	37,47%	412,16%	121
<b>2012</b>	12	-42,99%	-515,83%	144
<b>2013</b>	13	125,90%	1636,71%	169
<b>2014</b>	14	-7,59%	-106,25%	196
<b>2015</b>	15	-14,28%	-214,24%	225
<b>2016</b>	16	-16,33%	-261,32%	256
<b>2017</b>	17	-22,40%	-380,83%	289
<b>2018</b>	18	-13,92%	-250,63%	324
<b>2019</b>	19	10,77%	204,68%	361
<b>Suma</b>	<b>180</b>	<b>43,37%</b>	<b>315,98%</b>	<b>2440</b>

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>n</b>
2,89%	0,130%	15

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>12,28%</b>
<b>2020</b>	20	5,48%	434.192,87
<b>2021</b>	21	5,61%	458.554,65
<b>2022</b>	22	5,74%	484.877,16
<b>2023</b>	23	5,87%	513.338,58
<b>2024</b>	24	6,00%	544.135,41
<b>2025</b>	25	6,13%	577.484,50
<b>2026</b>	26	6,26%	613.625,35



**Anexo 10: Detalles del cálculo del promedio que representa la industria de la construcción.**

<b>Años</b>	<b>Mercado potencial (%)</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Diferencia (%)</b>	<b>Porcentaje del mercado</b>
<b>2009</b>	13,11	20,72	7,61	36,7%
<b>2010</b>	12,42	19,49	7,07	36,3%
<b>2011</b>	12,35	19,77	7,42	37,5%
<b>2012</b>	11,36	19,3	7,94	41,1%
<b>2013</b>	11,02	19,17	8,15	42,5%
<b>2014</b>	11,08	18,65	7,57	40,6%
<b>2015</b>	10,95	18,81	7,86	41,8%
<b>2016</b>	9,49	17,78	8,29	46,6%
<b>2017</b>	9,48	16,39	6,91	42,2%
<b>2018</b>	9,3	16,6	7,3	44,0%
<b>2019</b>	8,55	16,5	7,95	48,2%
<b>Promedio</b>				<b>41,6%</b>

**Anexo 11: Detalles del volumen reportado y llevado a planta en el 2019.**

	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>Volumen extraído (m3)</b>	2.864,00	2.816,00	2.382,50	3.328,00	3.162,50	3.435,50	3.815,00	3.884,00	3.369,50	2.810,50	3.170,00	4.218,00
<b>Volumen Comercial (m3)</b>	1.909,00	2.903,50	1.954,50	3.129,50	2.699,50	2.654,50	3.466,00	3.706,00	3.283,50	2.668,50	2.420,00	4.073,00
<b>Volumen a planta (m3)</b>	260,00	244,00	250,00	378,00	376,00	366,00	510,00	525,00	361,00	252,00	376,00	495,00
<b>% a planta</b>	9,08%	8,66%	10,49%	11,36%	11,89%	10,65%	13,37%	13,52%	10,71%	8,97%	11,86%	11,74%

**Anexo 12: Detalles de costos por mantenimiento y operación de los procesos de carga y transporte.**

<b>Carga</b>		
<b>Rubros</b>	<b>Mensualidad</b>	<b>Costo por turno</b>
Costos por operador	\$ 800,00	\$ 36,36
Mantenimiento	\$ 200,00	\$ 9,09
consumo diesel	\$ 858,00	\$ 39,00
Consumo Aceite	\$ 85,00	\$ 3,86
<b>Total</b>		<b>\$ 88,32</b>

<b>Transporte</b>	<b>1 viaje</b>		<b>2 viajes</b>	
<b>Rubros</b>	<b>Mensualidad</b>	<b>Costo por turno</b>	<b>Mensualidad</b>	<b>Costo por turno</b>
Costos por operador	\$ 800,00	\$ 36,36	\$ 800,00	\$ 36,36
Mantenimiento	\$ 120,00	\$ 5,45	\$ 150,00	\$ 6,82
consumo diesel	\$ 339,99	\$ 15,45	\$ 679,98	\$ 30,91
Consumo Aceite	\$ 120,00	\$ 5,45	\$ 240,00	\$ 10,91
Cambio de llantas	\$ 100,00	\$ 4,55	\$ 150,00	\$ 6,82
<b>Total</b>		<b>\$ 67,27</b>		<b>\$ 91,82</b>

**Anexo 13: Detalles de los costos incurridos en el proceso de trituración.**

<b>INSUMOS</b>	<b>PRECIO</b>		<b>HORAS X TURNO</b>		<b>CONSUMO</b>	<b>COSTO x TRITURACIÓN</b>	
<u>DIESEL</u>	1,56	\$/galon	7	horas	5	Galones/h	\$ 54,60
<u>ACEITE</u>	17	\$/unidad	-	-	1	unidad	\$ 0,77
<u>MANTENIMIENTO</u>	100	\$/mes	-	-	1	mes	\$ 4,55
						<b>Total</b>	<b>\$ 59,92</b>

Produccion diaria (ton día)	65
Costos por trituración (\$/ton)	\$ 0,92

**Anexo 14: Detalles de la estimación en la producción diaria según el volumen reporta en el año 2019.**

Producción (m3)	Reportado (2019)	Real	Caso Ideal	Caso Optimizado
Diaria	148,70	149,63	148,71	149,51
Mensual	3.271,29	3.291,75	3.271,55	3.289,14
Annual	39.255,50	39.501,00	39.258,65	39.469,72

**Anexo 15: Detalles de los costos de perforación y voladura para los 3 casos propuestos.**

Caso Real							
ACEROS DE PERFORACION	VIDA UTIL		PRECIO		CONSUMO ACEROS		COSTO ACEROS
BARRENOS FM	4350	mlp	750	\$/unidad	0,0136	unidades	\$ 10,18
BROCA 1,5"	915	mlp	50	\$/unidad	0,0645	unidades	\$ 3,23
					<b>Total</b>		<b>\$ 13,41</b>
<b>Costos por aceros (\$/m3)</b>	<b>\$ 0,09</b>						
Caso Real							
CONSUMO POR EQUIPO	COMBUSTIBLE		HORAS POR TURNO		PRECIO		COSTO EQUIPO
CONSUMO DIESEL	2	gal/h	2	Horas	1,56	\$/gal	\$ 6,24
CONSUMO ACEITE	1	mes	-	-	17	\$/unidad	\$ 0,77
					<b>Total</b>		<b>\$ 7,01</b>
<b>Costos por equipo (\$/m3)</b>	<b>\$ 0,05</b>						
Caso Real							
INSUMOS	PRECIO		CONSUMO x Barreno		COSTO x Barreno		COSTO x voladura
DINAMITA	3,92	\$/unidad	0,5	unidades	\$ 1,96	\$	49,00
ANFO	1,3932	\$/Kg	1,74	Kg	\$ 2,43	\$	60,71
FULMINANTE	0,27	\$/unidad	1	unidades	\$ 0,27	\$	6,75
MECHA LENTA	0,27	\$/metro	2,5	Metros	\$ 0,68	\$	16,88
					<b>Total</b>	<b>\$ 5,33</b>	<b>\$ 133,34</b>
<b>Costos por aceros (\$/m3)</b>	<b>\$ 0,89</b>						

Caso Ideal							
ACEROS DE PERFORACION	VIDA UTIL		PRECIO		CONSUMO ACEROS		COSTO ACEROS
BARRENOS FM	4350	mlp	750	\$/unidad	0,0196	unidades	\$ 14,71
BROCA 1,5"	915	mlp	50	\$/unidad	0,0933	unidades	\$ 4,66
<b>Total</b>							<b>\$ 19,38</b>

Costos por aceros (\$/m3) \$ 0,13

CONSUMO POR EQUIPO	COMBUSTIBLE		HORAS POR TURNO		PRECIO	COSTO EQUIPO	
CONSUMO DIESEL	2	gal/h	3	Horas	1,56	\$/gal \$ 9,36	
CONSUMO ACEITE	1	mes	-	-	17	\$/unidad \$ 0,77	
<b>Total</b>							<b>\$ 10,13</b>

Costos por equipo (\$/m3) \$ 0,07

Caso Ideal							
INSUMOS	PRECIO		CONSUMO x Barreno		COSTO x Barreno	COSTO x voladura	
DINAMITA	3,92	\$/unidad	0,5	unidades	\$ 1,96	\$	70,56
ANFO	1,3932	\$/Kg	1,31	Kg	\$ 1,83	\$	65,92
FULMINANTE	0,27	\$/unidad	1	unidades	\$ 0,27	\$	9,72
MECHA LENTA	0,27	\$/metro	2,5	Metros	\$ 0,68	\$	24,30
<b>Total</b>					<b>\$ 4,74</b>	<b>\$</b>	<b>170,50</b>

Costos por aceros (\$/m3) \$ 1,15

#### Caso Optimizado

ACEROS DE PERFORACION	VIDA UTIL		PRECIO		CONSUMO ACEROS		COSTO ACEROS
BARRENOS FM	4350	mlp	750	\$/unidad	0,0180	unidades	\$ 13,49
BROCA 1,5"	915	mlp	50	\$/unidad	0,0855	unidades	\$ 4,27
<b>Total</b>							<b>\$ 17,76</b>

Costos por aceros (\$/m3) \$ 0,12

CONSUMO POR EQUIPO	COMBUSTIBLE		HORAS POR TURNO		PRECIO	COSTO EQUIPO	
CONSUMO DIESEL	2	gal/h	2,5	Horas	1,56	\$/gal \$ 7,80	
CONSUMO ACEITE	1	mes	-	-	17	\$/unidad \$ 0,77	
<b>Total</b>							<b>\$ 8,57</b>

Costos por equipo (\$/m3) \$ 0,06

Caso Optimizado							
INSUMOS	PRECIO		CONSUMO x Barreno		COSTO x Barreno	COSTO x voladura	
DINAMITA	3,92	\$/unidad	0,5	unidades	\$ 1,96	\$	64,68
ANFO	1,3932	\$/Kg	1,36	unidades	\$ 1,89	\$	62,53
FULMINANTE	0,27	\$/unidad	1	unidades	\$ 0,27	\$	8,91
MECHA LENTA	0,27	\$/metro	2,5	Metros	\$ 0,68	\$	22,28
<b>Total</b>					<b>\$ 4,80</b>	<b>\$</b>	<b>158,39</b>

Costos por aceros (\$/m3) \$ 1,06

## Anexo 16: Reporte de SADMIN y SGM sobre la producción de minerales no metálicos.

PRODUCCIÓN NACIONAL MINERA REPORTADA										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Oro (grs.)	5'392.183,20	4'592.702,54	4'923.325,95	5'138.939,32	8'676.419,70	7'322.108,25	7'722.799,98	6'761.470,58	6'368.482,75	8'212.907,88
Plata (grs.)	115.577,33	1'168.902,88	1'589.050,33	2'934.238,00	1'198.390,29	577.052,19	2'521.406,45	934.054,04	67.726,00	191.926,94
Caliza (ton.)	4'956.674,94	3'862.307,61	5'309.485,09	3'027.169,38	6'838.394,04	6'319.428,21	5'416.826,89	4'532.120,70	3'516.852,19	3'027.169,38
Mat. Const.(m3)	9'735.721,15	7'700.338,91	12'385.717,31	13'725.747,16	10'653.047,66	14'844.896,05	6'653.242,40	3'240.220,85	4'127.771,55	1'580.264,94
Arcilla (ton.)	1'276.529,28	1.414.852,68	2'016.027,00	1'949.509,49	1.412.989,66	776.307,72	538.622,31	965.854,55	527.907,84	300.828,32
Feldspato (ton.)	111.985,07	156.888,06	103.498,36	152.590,17	210.142,38	183.259,13	253.253,46	148.506,39	92.874,07	43.196,98
Caolín (ton.)	28.775,00	41.089,40	95.061,60	42.563,90	100.194,74	40.236,36	2.583,06	4.109,69	547,67	0,00
Bentonita(ton.)	1.177,89	510,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silice (ton.)	73.920,57	60.018,80	83.274,68	136.806,40	90.564,77	80.868,95	844.731,16	62.230,88	0,00	41.229,63
Mármol (ton.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yeso (ton.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	915,00
Pómez (ton.)	924.527,44	718.907,82	802.397,32	951.356,00	1'735.449,49	1'728.949,27	1'008.212,00	832.331,72	0,00	757.094,20
Dióxido carb. (kgs.)	182.905,00	126.434,00	512.070,30	415.365,00	294.547,00	228.535,00	82.051,00	8'646'74,82	0,00	330.130,4
Baritina (ton.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zeolita (ton.)	97,00	119,90	0,00	28,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cobre (lb.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Traverting (ton.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arenas ferruginosas(ton.)	6.189,87	5.577,51	27.060,11	7.630,78	2.615,60	408,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Concentrado oro(ton.)	0,00	0,00	5.401,77	4'100.262,49	963.374,76	873.858,11	73.887,35	70.894,51	0,00	102.949,47
Concentrado cobre (ton.)	0,00	0,00	953,54	0,00	945.548,11	596'630,00	7.169,97	200.926,61	0,00	40.964,68
Antimonio (ton.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	578,55

Fuente: Sistema de Administración de Derechos Mineros (SADMIN)/Sistema de Gestión Minera (SGM)