



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MINAS

Proyecto Técnico -Económico para el Plan de Cierre de la Cantera Cerro San Miguel

Autor: Gustavo Daniel Araya Álvarez

AGOSTO – 2017
CONCEPCIÓN-CHILE



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MINAS

Proyecto Técnico -Económico para el Plan de Cierre de la Cantera Cerro San Miguel

Trabajo de Titulación en conformidad a los requisitos para obtener el
Título de Ingeniero en Minas.

Profesor: Alejandro Hernán Ramírez González
5.988.584-7

Autor: Gustavo Daniel Araya Álvarez
15.927.840-9

AGOSTO – 2017
CONCEPCIÓN-CHILE

AGRADECIMIENTOS

Después de tantos años con la ilusión de estudiar, de perfeccionarme profesionalmente y cómo una meta personal, tome la decisión de tomar esta opción como una meta personal en mi vida. Es por ello que con mucho esfuerzo fue posible que se concretara esta meta, tras años, días y horas de sacrificio, personal y familiar.

Es por ello, que en primer lugar agradezco el apoyo del amor de mi vida, YANINA OLAVE N. la cual conocí gracias a esta carrera y ha sido mi cable a tierra, pilar fundamental en mis decisiones y gracias a su apoyo y buenos consejos me daba día a día, las ganas de seguir adelante.

A toda mi familia, por sus reiterados consejos se seguir adelante y dar la energía necesaria para no decaer, especialmente a mi madre MARTA ÁLVAREZ C. por su apoyo en los días de estudio.

De igual forma, a mis queridos hijos, CATALINA y MARTÍN ARAYA, los cuales debieron tratar con un padre que criaba y estudiaba al mismo tiempo, dejando poco tiempo para regalnearlos.

Finalmente, a mis estimados profesores, los cuales fueron un pilar académico fundamental en el aprendizaje y formación de mi persona.

GUSTAVO ARAYA ÁLVAREZ.

DEDICATORIA

Al amor de mi vida Yanina por ser mi luz y alegría necesaria para seguir adelante, incrementando mis convicciones y deseos personales de ser siempre mejor que ayer. A mi madre, hijos y familiares.

RESUMEN

La actividad minera produce impactos ambientales, positivos o negativos, al igual que cualquier otra actividad humana. Es por eso, que la industria minera realiza importantes inversiones en minimizar los impactos negativos. Durante la operación de la faena minera, los operadores se preocupan de minimizar las emisiones de polvo, controlar y disminuir la generación de residuos líquidos y sólidos, mantener un adecuado nivel de seguridad en caminos, taludes, botaderos, etc. Sin embargo, ¿qué pasará cuando la faena minera cese sus operaciones?, ¿cuántos de los impactos ambientales actuales podrían eventualmente seguir produciéndose después del abandono?, ¿qué nuevos impactos pueden surgir post-abandono? ¿Qué procedimientos debieran ser los adecuados al abandonar una faena minera completa o alguna de sus instalaciones previniendo impactos ambientales?.

El Plan de Cierre es una herramienta que permite identificar y cuantificar los impactos ambientales negativos generados en la etapa de cierre de una faena minera, así como, definir medidas de acción presentes y futuras para prevenirlos, minimizarlos y/o mitigarlos y desarrollar un cronograma de ejecución de las medidas proyectadas, de forma de dar cumplimiento al marco jurídico ambiental para la etapa de cierre del sitio. Es por ello que en el presente estudio, el objetivo principal será elaborar un Estudio Técnico -Económico para el Plan de Cierre de la Cantera Cerro San Miguel.

SUMMARY

Mining activity produces environmental impacts, positive or negative, just like any other human activity. That is why; the mining industry makes significant investments in minimizing negative impacts. During the operation of the mine, operators are concerned with minimizing dust emissions, controlling and reducing the generation of liquid and solid waste, maintaining an adequate level of safety in roads, slopes, dumps, etc. However, what will happen when mining operations cease operations, how many of the current environmental impacts could possibly continue to occur after abandonment ?, what new impacts can arise post-abandonment? What procedures should be appropriate when abandoning a complete mining operation or any of its facilities preventing environmental impacts?

The Closing Plan is a tool that allows identifying and quantifying the negative environmental impacts generated in the closing phase of a mining operation, as well as defining current and future action measures to prevent, minimize and / or mitigate them and develop a timeline of Execution of the planned measures, in order to comply with the environmental legal framework for the stage of closure of the site. That is why in the present study the main objective will be to prepare a Technical-Economic Study for the Cerro San Miguel Quarry Closing Plan.

Contenido

CAPÍTULO I.....	4
1. OBJETIVOS	4
1.1 Objetivo general:.....	4
1.2 Objetivos Específicos:	4
CAPÍTULO II.....	5
2. INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO III.....	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
CAPÍTULO IV.....	7
4. METODOLOGÍA	7
CAPÍTULO V	8
5. ANTECEDENTES GENERALES	8
5.1 Antecedentes de la Industria	8
5.2. Antecedentes de la Empresa.....	9
5.3 Cantera Cerro San Miguel	11
CAPÍTULO VI.....	12
6. MARCO TEÓRICO.....	12
6.1. Evolución Histórica	12
6.2. Situación Nacional de la extracción de áridos	13
6.3. Zona de extracción actual	14
6.4. Uso de los Áridos.....	15
6.5. Tipos de extracción	15
6.6. Ciclo de vida del árido	16
CAPÍTULO VII.....	18
7. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	18
7.1 Descripción del Proyecto	18
7.2. Ubicación del proyecto.....	19
7.3. Definición de los productos	19
7.4. Producto generado.....	20
7.5. Planta de acopio y selección	21
7.6 Componentes necesarios durante el proceso de extracción y transporte.....	22
7.6.1 Cargador	22

7.6.2 Cintas trasportadoras y harneros.....	22
7.6.3 Transporte	23
7.6.4 Despacho de los áridos	23
7.7 Mercado	23
7.8 Amenazas de nuevos competidores entrantes.....	23
CAPÍTULO VIII.....	24
8. DESARRROLLO DEL PROYECTO	24
8.1 Descripción del entorno	24
8.2 Extracción del material.....	24
8.3 Acopio del material	25
8.4 Transporte del material.....	25
8.5 Normativa Legal que aplican al cierre de faenas mineras Ley N° 20.551	25
8.6 Objetivos de la ley de Cierre N° 20.551.....	26
8.7 Tipos de Planes de Cierre definitivos	26
8.8 Ley N° 19.300.....	27
8.9 Duración del Proyecto	27
8.10 Metodología para la evaluación de riesgos ambientales	28
CAPÍTULO IX.....	29
9. ANÁLISIS DE LA EMPRESA.....	29
9.1 Análisis de la Operación y funcionamiento	29
10. PROPUESTA.....	30
10.1 PLAN DE CIERRE DE PROCEDIMEINTO SIMPLIFICADO	31
10.1.1 CONTENIDO DEL PLAN DE CIERRE	31
10.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	32
10.1.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	33
10.1.4 CAMINOS Y ACCESOS A LA FAENA	34
10.1.5 SEÑALIZACIÓN.....	34
10.1.6 TALUDES Y PAREDES DEL RAJO	35
10.1.7 ENTORNO Y MEDIO AMBIENTE	35
10.1.8 CIERRES.....	36
10.1.9 COSTOS DE LA OBRA DE CIERRE.....	37
CAPITULO XI.....	39
11. RESULTADOS Y CONCLUSIÓN	39
11.1 Resultados.....	39

11.2 Conclusión.....	40
Bibliografía.....	41
ANEXOS	42
ANEXO N° 1	42
ANEXO N°2	42
ANEXO N°3	43
ANEXO N°4	43
ANEXO N°5	44
ANEXO N°6	44
ANEXO N°7	45
ANEXO N°8	45
ANEXO N°9	46
ANEXO N°10	46
ANEXO N°11	47
ANEXO N°12	47
ANEXO N°13	48
ANEXO N°14	48
ANEXO N°15	49
ANEXO N°16	49
ANEXO N°17	50
ANEXO N°18	50
TABLAS	51
TABLA N° 1	51
TABLA N°2	52
PRESUPUESTOS.....	53
Presupuesto N°1	53
Presupuesto N°2	54
Presupuesto N°3	55
Presupuesto N°4	56
Presupuesto N°5	58
Presupuesto N°6	59
Presupuesto N°7	60

CAPÍTULO I

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general:

- Desarrollar un Estudio Técnico -Económico para el Plan de Cierre de la Cantera Cerro San Miguel, para ser presentado en el Servicio Nacional de Geología y Minería.

1.2 Objetivos Específicos:

- Identificar las regulaciones vigentes que aplican al cierre de faenas mineras.
- Evaluar la estabilidad de las paredes del rajo e identificar probables áreas de subsidencia, proponiendo acciones para evitar los riesgos de accidentes de las personas en la operación y post cierre.
- Evaluar el riesgo de falla en los taludes y las posibles subsidencias que podrían ocurrir después del cierre, proponiendo acciones para evitar los riesgos de accidentes de las personas.
- Evaluar y proponer mejoras al acceso a la cantera, con el fin de evitar un ingreso libre de personas, durante y el post cierre.
- Cuantificar las infraestructuras de apoyo, ya sean fijas o móviles que deberán ser removidas y/o desmanteladas.
- Definir medidas de acción presentes y futuras para prevenir daños al medio ambiente y a la población aledaña.
- Asegurar la estabilidad física de la cantera una vez implementado el plan de cierre.
- Calculo económico de la implementación del plan de cierre.

CAPÍTULO II

2. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarcará en lo estipulado en la legislación vigente (Ley N° 20.551, Ley N° 20.819) en el territorio nacional relativa al cierre de minas, para la elaboración del plan de cierre para la Cantera Cerro San Miguel. Legislación que especifica lo siguiente: "El objeto del plan de cierre de faenas mineras es la integración y ejecución del conjunto de medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos que se derivan del desarrollo de la industria extractiva minera, en los lugares en que ésta se realice, de forma de asegurar la estabilidad física y química de los mismos, en conformidad a la normativa ambiental aplicable. La ejecución de las medidas y acciones de la manera antes señalada deberá otorgar el debido resguardo a la vida, salud, seguridad de las personas y medio ambiente, de acuerdo a la ley".^[1]

Como se señala en el punto anterior, en la presente tesis abordaremos la imperiosa necesidad de elaborar un Proyecto para el Plan de Cierre de la Cantera Cerro San Miguel, ubicada en la comuna de Talcahuano, región del Biobío, con el fin de afrontar de manera responsable, legal y profesionalmente la solicitud de la empresa, la cual busca restaurar el terreno empleado para la extracción de áridos, minimizando al máximo el impacto al medio ambiente y a la comunidad aledaña producido durante los años de operación y posterior a su cierre, como así mismo cumplir con lo establecido en la legislación vigente.

^[1] Art. N°2 Ley N° 20.551 de 11.NOV.2011

CAPÍTULO III

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se detectó que, en la zona urbana del Gran Concepción, existen una variedad de empresas, relacionadas con el rubro de la extracción de áridos (Canteras y/o graveras), dentro de las cuales hay solo algunas que cumplen con la normativa legal vigente para el rubro que se está ejerciendo, dentro de las visitas realizadas se encontró que una empresa debería acogerse a la ley de cierre, debido al componente mineral que se presenta en el lugar de extracción, la empresa es la cantera del Cerro San Miguel y a la fecha no ha regularizado su funcionamiento con lo que respecta al cumplimiento de la ley de cierre de faenas mineras.

Consecuente con lo anterior, dicha cantera, no cuenta con el plan de cierre exigido por ley 20.551 de 11 noviembre 2011, la cual dispone a las faenas mineras que ejerzan sus funciones productivas dentro del territorio nacional, procedan a la elaboración y presentación ante Servicio Nacional de Geología y Minería de dicho plan para su aprobación.

En este contexto se procederá a realizar el presente estudio, calculando y cuantificando económicamente las medidas necesarias y/o exigidas en la legislación vigente para que la mencionada cantera proceda a regularizar su obligación legal.

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA

Se realizará una recolección y selección de antecedentes documentados sobre cierre de minas en Chile y documentos legales sobre el mismo, como lo señalado en la Ley N°20.551, Ley N° 20.819, la "Guía metodológica para la presentación de planes de cierre de explotaciones y prospecciones afectas al procedimiento simplificado", el Decreto N° 41 y el Código de Minería de 1983, con el fin de determinar el alcance y el marco regulatorio que enmarcará el presente estudio al cierre de ésta faena minera. Se recopilará y analizará la literatura disponible en la biblioteca del SERNAGEOMIN.

A partir de esta base, la recopilación de los antecedentes será por fuentes internas, con entrevistas a personal ejecutivo e integrantes de distintas áreas de la empresa, antecedentes económicos y productivos como también de fuentes externas en el contexto del mercado del mismo rubro y lo estipulado legalmente.

Se realizarán visitas de terreno para determinar las falencias con las que la empresa ha estado incurriendo en relación a lo exigido en la legislación vigente, al mismo tiempo realizar visitas con personal y equipo técnico para determinar sus potenciales riesgos físicos o estructurales.

Para finalmente poder determinar los trabajos y requerimientos necesarios para la implementación del plan de cierre.

CAPÍTULO V

5. ANTECEDENTES GENERALES

5.1 Antecedentes de la Industria

Nuestro país, debido a su geografía posee una gran variedad de recursos naturales. Dentro de esa gran diversidad, se destaca, la minería del tipo metálica y no metálica.

Dentro de nuestros recursos, tenemos a los áridos, los que representan una importante fuente de sustento para el desarrollo industrial nacional, básicamente por el auge que han experimentado los sectores de vivienda y urbanismo en los últimos años. Ya que estos minerales son considerados como materiales baratos y abundantes.

El árido siempre ha sido uno de tantos otros materiales, pero con una gran importancia para el desarrollo de la población mundial y de nuestro país, pero su auge comenzó durante la revolución industrial con la llegada del ferrocarril.

A través de los años y hasta la actualidad, el uso y su aplicación se ha diversificado hacia múltiples sectores industriales, y al mismo tiempo, se ha visto un crecimiento exponencial en el consumo de dicho recurso, convirtiéndolo en un material altamente consumido solo detrás del consumo del agua.

Es por esto que su uso se ha masificado con los años, naciendo con esto múltiples empresas encargadas de la extracción de estos recursos naturales llamadas canteras o graveras dependiendo del mecanismo de extracción.

Por tal motivo el estado de Chile, dictó múltiples leyes para regular el funcionamiento de la industria, logrando finalmente un marco regulatorio para el Plan de Cierre de Faenas Mineras que corresponde al conjunto de acciones que dan cumplimiento al objetivo de prevenir o minimizar los riesgos y efectos que pueden tener el cierre de una faena minera sobre la salud y la seguridad de las personas y/o sobre el medio ambiente.

Para el Estado, es un instrumento que le permite frenar el crecimiento del pasivo ambiental minero. Con la dictación de la Ley que regula el cierre, se podrá prevenir el abandono de faenas sin las respectivas medidas para prevenir efectos adversos con posterioridad al cese de operaciones.

5.2. Antecedentes de la Empresa

La empresa Cantera Cerro San Miguel, se encuentra ubicada en la comuna de Talcahuano, región del Biobío, esta empresa perteneciente a Cementos Biobío S.A. la cual nace en el año 1957, Cementos Biobío S.A., gracias a la visión de los empresarios Hernán Briones Gorostiaga y Alfonso Rozas Ossa.

Desde el comienzo de su historia, Cementos Biobío S.A. se ha enfocado en un crecimiento constante y sostenido, basado en la calidad de sus productos y la confianza de los clientes. Esto le ha permitido, a lo largo de los años, posicionarse como una de las firmas cementeras más importantes del país.

En el **Negocio del Cemento**, se inaugura en 1961 su primera Planta productiva en Talcahuano orientada a atender el mercado de la zona sur del país. Para abarcar la zona norte, en 1978, adquiere una participación mayoritaria de la Industria Nacional de Cemento S.A., INACESA, en Antofagasta, completando su adquisición en 1985. En 1998 ingresa al mercado de la zona centro con la puesta

en marcha de Planta Curicó, señalada entonces como la más moderna de su tipo en Chile. En 2009 amplía su capacidad instalada con una nueva planta de molienda de cemento, en el Puerto de San Antonio, la que inició sus operaciones el año 2012.

Expandirse oportunamente, materializando nuevas oportunidades de negocio que aumenten el valor de la Compañía, han sido fundamentales en el éxito de Cementos Biobío S.A., es por esto que los últimos años se han focalizado esfuerzos en ingresar a los mercados de Perú y Argentina, con miras a construir una nueva fábrica de cemento en las cercanías de Lima.

Cementos Biobío S.A., ingresa en el **Negocio del Hormigón** en 1986 con la adquisición de Hormigones Ready Mix S.A., sociedad pionera en la producción y distribución de hormigón premezclado.

Durante la década de los noventa se inicia un proceso de expansión en el que Ready Mix instala centros productivos en las ciudades más importantes del país con el fin de alcanzar cobertura nacional y posicionarse como un referente en materia de hormigón.

En 2005 se adquiere la compañía Tecnomix S.A. lo cual le permite consolidar su posición como líder de la industria del hormigón premezclado.

El **Negocio de la Cal** se inicia en 1985 con la modificación de uno de los hornos de clínker de INACESA en Antofagasta, para la fabricación de cal. En 1992 amplía su capacidad con la puesta en marcha de la Planta de Cal en Copiapó. Los años siguientes ha desarrollado varios proyectos de ampliación de su capacidad productiva en ambas plantas, lo cual ha convertido a INACAL, en la principal empresa productora y comercializadora de cal en Chile.^[2]

^[2] Reseña histórica, pagina web de Cementos Bío Bío S.A.

5.3 Cantera Cerro San Miguel

Esta cantera aporta a dicha compañía parte de su materia prima a la planta de Talcahuano, ubicada en Av. Gran Bretaña 1725 Talcahuano, Región del Biobío, ayudando a que dicha compañía se posicione como el principal productor de áridos a nivel nacional, enfocándose, principalmente, en los requerimientos del sector de la construcción del país.

La Ilustración N° 1, muestra la ubicación global de la cantera en el Gran Concepción.



Ilustración N° 1

Fuente: Google Earth

CAPÍTULO VI

6. MARCO TEÓRICO

La legislación chilena no ha definido qué se entiende por áridos. Raúl Figueroa (2000) señala que se trata de “materiales pétreos, esto es, que tienen la calidad de piedra, diferenciándose entre ellos únicamente por su calibre y aptitud para la construcción”. Igualmente, reconocidos como un conjunto de fragmentos de materiales pétreos suficientemente duros, de forma estable e inertes, que se emplean directamente o en la fabricación de materiales de construcción. Dichos áridos pueden ser naturales que son aquellos que proceden de yacimientos o canteras directamente, o manufacturados, aquellos que, procediendo también de yacimientos o canteras, ha sido sometido a procesos controlados de lavado y/o trituración.

6.1. Evolución Histórica

Ya desde la Antigüedad, el árido era una de las materias primas más importantes. Por ejemplo, sin áridos los egipcios no habrían podido construir nunca las pirámides. Y sin piedra, los arquitectos de la Edad Media no habrían hecho las catedrales, ni tampoco los castillos que nos han llegado hasta hoy en día. Da igual de qué época hablemos. El árido siempre ha sido uno de los materiales más importantes para el desarrollo de nuestra sociedad. Sin embargo, su uso masivo comenzó durante la Revolución Industrial, con la llegada del ferrocarril. En esa misma época, Antoni Gaudí levantó la Pedrera en el paseo de Gracia de Barcelona, utilizando piedras de toda Cataluña, y arenas y gravas de los deltas del Besòs y del Llobregat. Con el tiempo, los usos y las funciones de los áridos han crecido paralelamente al desarrollo tecnológico de los países. Cuanto más desarrollado está un país, mayor cantidad de áridos consume. Todo esto ha

convertido al árido en el segundo material más consumido por las personas, después del agua.

Desde la antigüedad se ha estado utilizando los áridos para conformar estructuras de todo tipo destinadas a protegerse del medio ambiente o dar un mayor confort a la ciudadanía. Señal de esto se ve reflejado en los antecedentes históricos y en las edificaciones que aún se mantienen en pie, de culturas tan diversas como alejadas, mencionando como ejemplo a las pirámides de Egipto y América Central, como también las desarrolladas durante el Imperio Greco-Romano a lo largo de Europa, África y Medio Oriente.

6.2. Situación Nacional de la extracción de áridos

La actividad de áridos en Chile, se caracteriza por ser una aporte muy relevante al momento de visualizar el crecimiento del rubro de la construcción, con el aumento exponencial de la fabricación de casas, departamentos, carreteras, centros comerciales entre otros, siendo un insumo de gran importancia y de un producto muy requerido para la construcción, es por esto que en todo el territorio nacional se pueden apreciar innumerables empresas realizando labores extractivas de áridos.

Desde la Región del Biobío hacia el Sur, cambia la dinámica en el sentido que las presiones urbanas encuentran una disponibilidad de áridos más localizada, toda vez que los ríos van abandonando el régimen torrencial en mayores extensiones de su desarrollo. Sin embargo, las situaciones administrativas y de regulación se mantienen, aunque se encuentran matizadas por una condición de menor tensión

al no incidir tan fuertemente los factores citados para las regiones del Centro. (Saldías, Antonio; 2001)^[3]

6.3. Zona de extracción actual

Geográficamente el proyecto se lleva a cabo en la Provincia del Biobío, específicamente en la comuna de Talcahuano, Sector del cerro San Miguel, donde se ubica la zona de extracción.

La Ilustración N° 2, muestra la ubicación de la planta de acopio y zona de extracción.



Ilustración N° 2

Fuente: Google Earth

^[3] Saldías A. et-al; 2001, Industria del Árido en Chile-Tomo I. Comisión Nacional de Áridos MOP-MINVU - CCHC. Página 31.

6.4. Uso de los Áridos

Los áridos se pueden clasificar de diferentes formas en función del proceso de obtención o de su uso y aplicación, dependiendo del propósito del análisis. Es así como en el área de la construcción, la arena y la grava se utilizan para:

- Hormigón armado y pretensado o no armado.
- Piedras de hormigón y piezas prefabricadas de hormigón, como elementos de albañilería, pastelones, tubos o durmientes para ferrocarril.
- Cubiertas de calzada de hormigón.
- Mortero de albañilería y estucos, solados.
- Ladrillos.
- Capas de protección contra heladas y capas de apoyo en la construcción de caminos y carreteras.
- Asfalto, gravilla y arena de chancado, obtenidos de gravas gruesas, entre otros usos, para la construcción de caminos y carreteras.
- Arena de dispersión y chorro.

6.5. Tipos de extracción

Los áridos están usualmente ubicados en una zona de abundancia en rocas o formaciones rocosas particulares. Los términos “canteras” y “graveras” son a menudo confundidos o usados indistintamente, básicamente existen estos dos tipos de extracción, las canteras y graveras.

Una cantera tiene a menudo una gran concentración de un tipo particular de roca, como por ejemplo piedra caliza, pizarra, granito o mármol.

En las canteras, la extracción del material se realiza con voladuras totalmente controladas, en diferentes niveles llamados bancos. De ahí, se lleva con camiones dumper a la planta de trituración y cribado donde se producen áridos de distintos tamaños, desde menos de 1 milímetro, hasta varios centímetros.

Por otra parte, en las graveras, el material tiene menos espesor, puede extraerse mecánicamente con palas cargadoras o excavadoras, sin necesidad de explosivos. En la planta de tratamiento, además de triturar y cribar para obtener los diferentes tamaños finales, normalmente es necesario lavar el material para retirar la arcilla. La restauración de las áreas ya explotadas puede realizarse de forma simultánea, por lo que la ocupación del terreno suele ser menor.

6.6. Ciclo de vida del árido

Las etapas que se realizan en el ciclo de vida del árido corresponden a los distintos tipos de fases involucrados que deben desarrollarse para ejecutar una determinada actividad productiva relacionada con el uso del árido. Es así como se identifican las siguientes etapas:

1. Yacimiento.
 2. Extracción.
 3. Procesamiento.
 4. Transporte.
- La primera etapa corresponde al análisis del yacimiento (material), donde los aspectos más relevantes se refieren al estudio de las características geológicas y potencialidades de las reservas.
 - La segunda etapa corresponde a la extracción, es importante distinguir cuatro tipos de proyectos de extracción, en función del área espacial en la cual se desarrollan. Entre éstos se pueden mencionar las extracciones en banco arenoso, cauce natural, pozos, canteras o graveras.
 - La tercera etapa corresponde al de procesamiento, la cual está destinada a la obtención de productos de distintas granulometrías, para lo cual existen diversos tipos de procesos mecanizados que incluyen la trituración del material en varias etapas, ya sea en forma seca o húmeda, y el lavado de éste.

- La cuarta etapa corresponde al transporte, en este caso, no sólo se refiere al desplazamiento del producto árido a través de vías de circulación y caminos de uso público, sino que también al tipo de instalaciones en donde se ubica el terminal de estacionamiento de camiones para vincular la extracción desde el yacimiento con las etapas de acopios al aire libre, como el traslado hacia centros de venta y/o comercialización.

CAPÍTULO VII

7. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Descripción del Proyecto

El proyecto en estudio, consiste en realizar el Estudio Técnico -Económico para el Plan de Cierre de la Cantera Cerro San Miguel, identificando los problemas, necesidades y requerimientos presentes y futuros que posea el yacimiento. Con el objetivo de poder determinar las intervenciones, costo económico y planes necesarios para implementar el plan de cierre para dicha cantera.

Para ello es necesario identificar y cuantificar todos los problemas o fallas tanto presentes como futuros que puedan estar presentes como también lo que actualmente exige la legislación mencionada en los capítulos anteriores, para presentar dicho plan y así sea autorizado por el Servicio.

7.2. Ubicación del proyecto

Cantera del cerro san miguel, se encuentra localizada en Av. Las Hortensias S/N, aledaña a la villa del Valle San Eugenio, a orillas del Cerro San Miguel, Comuna de Talcahuano, Región del Biobío.

La Ilustración N° 3, muestra la ubicación de la Cantera Cerro San Miguel.



Ilustración N° 3

Fuente: Google Earth

7.3. Definición de los productos

Los áridos son extraídos de la Cantera, para posteriormente ser seleccionados de acuerdo a sus tamaños y acopiados en el mismo lugar. Los materiales seleccionados de acuerdo a distintas granulometrías son llevados directamente a la planta de procesos, la cual, se encuentra en la comuna de Talcahuano, sector industrial de arenal. En la cual se elaboran múltiples productos.

7.4. Producto generado

Los productos generados en esta actividad, están asociados a múltiples variantes asociados a ellos, como los costos por transporte, proceso, costos internos y otros, que en definitiva le dan el valor al producto final que la empresa ofrecerá al cliente, el cual en este caso particular de la cantera, es exclusivamente abastecer la planta de procesos de cementos Biobío S.A. en Talcahuano.

Cantera de cerro san miguel produce los siguientes productos:

- Grava
- Gravilla

Los cuales dan un aporte a la producción de múltiples productos producidos por la empresa CEMENTOS BIOBÍO S.A

A continuación, se presentan fotografías de los productos generados por la cantera.



Ilustración N° 4 : Gravilla



Ilustración N° 5 : Grava

7.5. Planta de acopio y selección

La planta ubicada en el mismo sector de la cantera, en que se materializa el proceso de trituración y separación del material de acuerdo a su tamaño en los 02 (dos) tipos de recursos que serán extraídos de la cantera.

La Ilustración N° 6, se visualiza la planta de acopio y selección de la Cantera Cerro San Miguel, fotografía tomada el 14 de Junio de 2017.



Ilustración N° 6

Fuente: Elaboración Propia

7.6 Componentes necesarios durante el proceso de extracción y transporte

7.6.1 Cargador

En la empresa opera sólo un 01 (Un) cargador frontal, el cual cumple la función de acopiar y cargar los camiones, este cargador es de marca Caterpillar y cuenta con una capacidad del balde de 4m³ cada uno.

7.6.2 Cintas trasportadoras y harneros

La cantera cuenta con 03 (tres) cintas trasportadoras variando entre los 10 a los 15 mts., además posee 02 (dos) harneros, uno para la grava y el otro para la gravilla. Como se visualiza en la Ilustración N°7 y en los Anexo N°1,2 y 3.



Ilustración N° 7

Fuente: Elaboración Propia

7.6.3 Transporte

La empresa cuenta con una flota de 08 (ocho) camiones, 7 (camiones) tolvas y 1 (un) aljibe. Los cuales trasladan el material desde la cantera hacia su planta de procesos en el sector Arenal (Cementos Bio Bio). Siendo estos trasladados en camiones de 40 toneladas.

7.6.4 Despacho de los áridos

Los productos extraídos son acopiados en la misma cantera, los que según necesidad de la planta de procesos son solicitados a la cantera, la cual envía los áridos hacia a la planta de Talcahuano.

7.7 Mercado

En este estudio se analizará en mercado en el cual Cementos Biobío emplea los materiales extraídos desde la cantera del cerro san miguel, para lo cual veremos los múltiples consumidores de estos recursos, dentro de los cuales están las grandes empresas del rubro de la construcción.

7.8 Amenazas de nuevos competidores entrantes

Existe una gran variedad de empresas relacionadas con el rubro de los áridos, sin embargo la entrada de nuevos competidores al mercado varía dependiendo de la crecida de la demanda en el rubro de la construcción, siendo una área de fácil ingreso en general, pero posicionarse dentro del mercado no suele ser algo sencillo, en este contexto la Cantera Cerro San Miguel de propiedad de Cementos Biobío S.A., tiene un comercio y posicionamiento estable y de gran relevancia posicionándose como líder nacional en el mercado de los áridos.

CAPÍTULO VIII

8. DESARROLLO DEL PROYECTO

8.1 Descripción del entorno

El entorno en la cual se emplaza el yacimiento de propiedad de Cementos Biobío S.A., se enmarca en la comuna de Talcahuano específicamente en el costado sur-este del Cerro San Miguel, con una vegetación media, un suelo con fuerte presencia de arcilla, además de ubicarse con sectores poblados a escasos metros de distancia de sus límites. Además, la zona posee un elevado índice de precipitaciones lo que se debe tener en cuenta por el riesgo de desprendimiento de material o derrumbes de sus paredes que sobrepasan los 40 a 50 mts de altura.

8.2 Extracción del material

Este proceso es realizado con la operación de una (una) retroexcavadora marca Hyundai, la cual tiene por misión atacar el frente en el cual está la roca, posterior a la tronadura, con la finalidad de ir retirando los bloques de gran tamaño acompañado de 01 (un) cargador frontal, el cual lleva el material al harnero distante a unos 15 mts. del frente. Como se visualiza en ilustración N°8.



Ilustración N° 8

Fuente: Elaboración Propia

8.3 Acopio del material

Después de la clasificación y separación del material, los 02(dos) productos son separados por medio de las cintas transportadoras de banda (anexo N° 2 y 3), las cuales van dejando en lugares separados la grava y la gravilla, las que posteriormente serán retiradas por los camiones hacia la planta de procesos en el sector de arenal.

8.4 Transporte del material

El transporte del material es realizado por los camiones batea de 40 toneladas los cuales transportan los materiales extraídos de la cantera hacia la planta de procesos, ubicada en Av. Gran Bretaña 1725, comuna de Talcahuano, por dos rutas distintas, como se señala en Anexos N° 4 y 5, con distancia de 6,9 y 9,3 km respectivamente y con una cantidad de ciclos variada en los meses.(Tabla N°1).

8.5 Normativa Legal que aplican al cierre de faenas mineras Ley N° 20.551

El análisis y la descripción de los principales aspectos legales nos permitirán iniciar el entendimiento de la problemática legal de las faenas mineras sobre el plan de cierre, identificando de la forma más clara y precisa posible todos los alcances legales y técnicos.

La ley N° 20.551 publicada el 11 de noviembre de 2011, su modificación, la ley N° 20.819 publicada el 14 de marzo de 2015 y el decreto N° 41 (Reglamento de la ley de cierre de faenas e instalaciones mineras) publicado el 22 de diciembre de 2012, son los que regulan el cierre de faenas mineras y que se aplicaran a toda la industria extractiva minera a nivel nacional.

8.6 Objetivos de la ley de Cierre N° 20.551

- Resguardar la Vida, Salud y Seguridad de las Personas y del Medio Ambiente.
- Mitigar los Efectos negativos de la Industria.
- Evitar el Abandono de faenas mineras después del cese de las Operaciones.
- Asegurar la Estabilidad Física y Química de los lugares en que se desarrolle la Actividad Minera.
- Establecer garantías para el cierre efectivo de las faenas e instalaciones mineras.
- Crear un fondo Post-Cierre para el monitoreo de faenas cerradas.

El plan de cierre de faenas mineras debe ser ejecutado por la empresa minera, antes del término de sus operaciones, de manera tal que al cese de estas se encuentren implementadas y creadas las condiciones de estabilidad física y química en el lugar que opero la faena, en caso contrario, si la empresa hiciese abandono de la faena se activara el fondo para el post- cierre, el cual se encargara de cumplir con el plan de cierre.

8.7 Tipos de Planes de Cierre definitivos

La ley N° 20.551 y el Decreto N° 41 señalan la existencia de 02 (dos) formas de acogerse a los planes de cierre definitivo, los cuales serían: ^[3]

^[3] Capítulo II y III del Decreto N°41

A. Plan de cierre sometidos al procedimiento general, y cuya capacidad de extracción de mineral sea superior a diez mil toneladas brutas (10.000 t) mensuales por Faena Minera.

B. Plan de cierre de explotación y prospecciones afectas al procedimiento simplificado, y cuya capacidad de extracción de mineral sea igual o inferior a diez mil toneladas brutas (10.000 t) mensuales por Faena Minera.

Para esto, el Sernageomin (Servicio Nacional de Geología y Minería), perteneciente al Ministerio de Minería, elaboro sus respectivas guías metodológicas para su presentación y posterior aprobación.

8.8 Ley N° 19.300

Al mismo tiempo la ley N° 19.300, señala y dicta en sus disposiciones generales "El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia. ^[4]

8.9 Duración del Proyecto

La fecha de estimación del cese de las operaciones, vida útil de la mina y el fin del proyecto, se estima que sea dentro de los próximos 08 años, poniendo como termino su actividad en el año 2025 aproximadamente dependiendo de los ritmos de extracción que la empresa decida a futuro, según lo señalado por la empresa.

^[4] Artículo N°1 Ley 19.300

8.10 Metodología para la evaluación de riesgos ambientales

Se desarrollará a través del análisis visual, visitas con personal y equipo técnico (topógrafo), acompañando la recopilación de antecedentes con la comparación de fotografías satelitales de años anteriores y más recientes, como también con la observación de los procedimientos de extracción y principalmente con lo estipulado en la ley N° 19.300, con el fin de mitigar el impacto negativo que se haya producido durante los años de explotación como también los posibles riesgos ambientales futuros en el post cierre.

CAPÍTULO IX

9. ANÁLISIS DE LA EMPRESA

En el presente capítulo se muestra el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, proporcionando características e informaciones fundamentales.

9.1 Análisis de la Operación y funcionamiento

Los resultados obtenidos del capítulo anterior (Capítulo N° 8) y el análisis realizado a cada uno de los puntos relacionados con el funcionamiento, las instalaciones, el entorno al yacimiento y al proceso de operación, podemos determinar las necesidades actuales como futuras para la implementación del plan de cierre definitivo.

Dentro de los problemas que se detectaron en el presente estudio, y con el fin de realizar la puesta en marcha del plan de cierre, se enumeran entre otras las siguientes actividades:

- a. Desmantelamiento y retiro de las instalaciones.
- b. Cierre de accesos y/o perímetro de la cantera.
- c. Señalizaciones.
- d. Estabilización de taludes.
- e. Estabilización de las paredes del rajo.
- f. Entorno y medio ambiente.
- g. Valorización económica de la implantación del plan de cierre.

CAPITULO X

10. PROPUESTA

En este apartado se presentaran las propuestas, con el fin de mejorar y cumplir con lo establecido en la ley N° 20.551, sin perjuicio de lo establecido en las demás normas que resulten aplicables en los ámbitos específicos de su competencia.

Por consiguiente y de acuerdo a lo analizado en el proceso de recopilación de antecedentes tanto con las visitas a terreno como la proporcionada por la empresa se determinó que la Cantera del Cerro San Miguel de propiedad de Cementos Bío Bío S.A., debe realizar un **Plan de cierre definitivo de Procedimiento Simplificado**, debido a que su capacidad de extracción es inferior a las 10.000 tn brutas mensuales (Tabla N° 2).

10.1 PLAN DE CIERRE DE PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO

Este plan de cierre será sometido al procedimiento de aprobación dictaminado en la Ley N° 20.551 y su reglamento el Decreto N° 41, el cual deberá seguir las siguientes etapas:

1. Examen de admisibilidad, donde se verificarán el cumplimiento de los requisitos formales del plan de cierre.
2. Examen de fondo, donde se revisa el cumplimiento de los antecedentes.
3. Pronunciamiento del Sernageomin.

10.1.1 CONTENIDO DEL PLAN DE CIERRE

Identificación del titular y responsable del proyecto

Nombre	JORGE MATUS CAMPOS
Razón social y RUT	CEMENTOS BIOBÍO S.A 91.755.000-K
Domicilio	Alfredo Barros Errázuriz 1968 piso 9, Providencia, Santiago
Identificación del representante legal	EDWIN ALEJANDRO UGARTE ROMERO, 9.200.090-7
Nombre y dirección del responsable de la faena	FRANCISCO MORALES VACAREZZA, Gran Bretaña 1725, Talcahuano

IDENTIFICACIÓN DE LA FAENA MÍNERA

Nombre del plan de cierre	PLAN DE CIERRE DE PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA CANTERA CERRO SAN MIGUEL.
Ubicación	36° 46'06,67" S - 73° 05'29,01" O, Ubicada en Cerro San Miguel Av. las Hortensias S/N, Talcahuano, Región del Biobío.

Vías de acceso	<p>Desde Talcahuano: por avenida las Hortensias hasta el final de ésta, en dirección hacia Hualpén. (Anexo N°6).</p> <p>Desde Concepción. por Av. autopista, 400 mts. posterior al puente perales, se toma el retorno hacia Hualpén, avanzando 300 mts. se toma pista derecha hacia el valle San Eugenio, 10 mts tomar camino rural al costado izquierdo. (Anexo N°7).</p>
----------------	--

10.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La cantera cuenta con una diversa cantidad de instalaciones fijas, móviles y de apoyo, las cuales deben ser consideradas en el proceso de la ejecución del plan de cierre, dentro de las cuales encontramos a las siguientes, las que serán trasladadas a la planta de CEMENTOS BIOBÍO S.A. (Gran Bretaña 1725, Talcahuano). (Presupuesto N°1).

- a. 01 (un) Container de 20 pies, el cual es utilizado como vestuario de los trabajadores.
- b. 01 (un) Container de 10 pies, el cuales utilizado como lugar de almacenamiento de líquidos y lubricantes.
- c. 01 (un) container de 10 pies, el cual es utilizado como almacén de repuestos y accesorios.
- d. 01 (un) Container de 10 pies, el cual es utilizado como pañol de herramientas.
- e. 01 (un) Container de 10 pies, el cual es utilizado para albergar un grupo electrógeno, el cual da la energía al equipo eléctrico de la cantera.
- f. 01 (un) Container de 20 pies, el cual es utilizado como sala de descanso.
- g. 01 (un) Container de 20 pies, el cual es utilizado como comedor.
- h. 01 (una) casa de madera de 7 x 3 mts. (21 m²), la cual es utilizada para el nochero.

- i. 01 (una) cabaña prefabricada de madera de 8 x 4 mts. (32 m²), la cual es utilizada como sala de reuniones y planificación.
- j. 02 (dos) Baños químicos.
- k. 01 (una) Torre de aluminio de 04 mts. de altura, la cual alberga un estanque de agua en su parte superior de 1000 litros, para consumo humano.

10.1.3 MAQUINARIA Y EQUIPOS

La faena cuenta con una diversa gama de maquinaria y equipos, los cuales cumplen la función extracción y clasificación del material extraído, dentro de estas, se consideraran las siguientes en el plan de cierre, las que serán trasladadas a la planta de CEMENTOS BIOBÍO S.A. (Gran Bretaña 1725, Talcahuano). (Presupuesto N°1).

- a. 01 (una) cinta transportadora de banda de 10 mts. de longitud, la cual cumple la función de transportar el material proveniente del harnero N°1 y parrilla separadoras de tamaño hacia el lugar de acopio de la grava. (Anexo N°2).
- b. 01 (una) cinta transportadora de banda de 15 mts. de longitud, la cual cumple la función de transportar el material proveniente del harnero N°2 y parrilla separadoras de tamaño hacia el lugar de acopio de la gravilla. (Anexo N°3).
- c. 01 (una) cinta transportadora de banda de 10 mts. de longitud, la cual cumple la función de transportar el material proveniente del harnero N°1 y N°2 hacia el lugar de acopio de la escoria.
- d. 02 (dos) harneros vibratorios los cuales separan los tipos de materiales en grava y gravilla a través de un proceso mecánico. (Anexo N°8).
- e. 02 (dos) Parrillas separadoras de tamaños. (Anexo N°9).

10.1.4 CAMINOS Y ACCESOS A LA FAENA

La cantera cuenta con un acceso principal pavimentado (Av. las Hortensias), en la que existe un portón metálico de 5 mts. de ancho por 1,70 mts. de alto, desde el cual se accede al recinto, desde el portón hacia la cantera propiamente tal hay 250 mts. en la cual existen 02 (dos) vías de acceso, uno para vehículos livianos y otro para el tránsito de camiones. (Anexo N°10), siendo de uso exclusivo para dicha empresa, ya que no hay ninguna otra edificación ni pobladores que necesiten acceder a ella.

Ambos caminos son de tierra y se encuentran en buen estado de conservación, solo es necesario mejorar la conexión entre la Av. las Hortensias y el acceso a la cantera, ya que producto del tránsito constante de camiones está deteriorado y con múltiples eventos, por lo cual será necesario el paso de una moto niveladora, para así dejarlos transitables. (Presupuesto N°2).

10.1.5 SEÑALIZACIÓN

Dentro de su concesión minera, la cantera solo posee 4 (cuatro) letreros que indican recinto privado, no incluyendo señaléticas que identifican la faena, el tipo de trabajos realizados en el sector o sobre la peligrosidad de sufrir caídas desde sus bancos, poniendo en un posible riesgo al personal civil que transita en las inmediaciones del recinto. (Anexo N°11).

Por lo cual se considera la instalación de 18 (dieciocho) señaléticas de advertencia, las que serán instaladas en todo el perímetro del rajo, dando una clara señal de la peligrosidad de traspasar dichos límites y con el fin superior de resguardar la integridad de las personas. (Presupuesto N°3).

10.1.6 TALUDES Y PAREDES DEL RAJO

Estos se presentan y se observan en un buen estado de conservación sin observaciones de desprendimiento o de fallas, como también no se observan posibles aéreas de subsidencia que podrían incurrir en riesgo para las personas durante y el post cierre, solo se dejó una recomendación con respecto a la pared del costado sur-este de aproximadamente 15 (quince) mts. de altura y 12 (doce) mts. de ancho el cual tiene un ángulo de talud de 44°, el cual el día del análisis (26 y 27 de junio de 2017), la empresa se comprometió a solucionar dicha observación dentro de los próximos días, obra que se llevo a cabo y en visita realizada el día 03 de julio 2017, la pared quedo con un ángulo de 35°, no encontrando mayores inquietudes por el topógrafo que inspeccionó dichas labores. Sr. Luis Quiroz Bascuñán.

10.1.7 ENTORNO Y MEDIO AMBIENTE

Este apartado, hace mención al entorno y evolución de los años que ha tenido el terreno (Anexos N° 13 al 16) y a los posibles problemas medioambientales provocados durante la operación como él en post cierre de la faena minera.

En cuanto al área afectada durante el proceso de funcionamiento de la cantera, ésta ha afectado a 9,278 hectáreas que son de la propiedad minera (Anexo N°17), dentro de las cuales se encontraban cerca de 1200 (mil doscientos) arboles del tipo Eucaliptus Glóbulos variando entre los 5 a los 15 mts. de altura y árboles nativos del tipo Quillay.

Como solución se propone una vez terminada la operación una reforestación del terreno con plantas de árboles nativos (1500 mil quinientos), los cuales serán solicitados a CONAF, a través del programa de arborización de dicha corporación, con el fin de devolver el ambiente forestal al sector.

Acompañando dicho plan de reforestación, conforme al Presupuesto N°4, se detalla del costo y labores necesarias para su desarrollo y control post-cierre.

Del mismo modo ha sido necesario la extracción de 480.000 toneladas aproximadamente del suelo (arenisca y roca), según datos entregados por la empresa, los cuales han sido empleados en el mismo sector, para rellenos como también en lugares aledaños con el fin de mejorar caminos.

En el sector del acceso al zona de acopio, alejada ésta del frente a unos 200 (doscientos) mts. se creó una laguna artificial de unos 2.096m², la cual actualmente ha sido llenada en forma natural por las lluvias reinantes en la zona y que servirá como una fuente natural para aves y otras especies animales. (Anexo N°12).

Se realizara una limpieza total y saneamiento del sector empleado por la cantera (9,278 hectáreas), asegurando que el terreno quede en condiciones de higiene adecuadas. (Presupuesto N° 5).

10.1.8 CIERRES

Se considera la instalación de malla Acma Ford 3d galvanizada, la cual ira en la parte superior del cerro San Miguel, por una longitud de 428 mts. lineales y de 2 mts. de altura, la cual brindara seguridad ante el posible ingreso de personas por la parte superior impidiendo el acceso y así evitar posible caídas de personas. detalles técnicos se explican en Anexo N°14 y Presupuesto N°6. Como también se considera un fondo para el control y reposición de la malla en caso de deterioro o robo por parte de extraños. (Presupuesto N° 7).

10.1.9 COSTOS DE LA OBRA DE CIERRE

Nº	ACTIVIDAD	COSTO	OBSERVACIONES
1	Desmantelamiento y traslados de Instalaciones y equipos Desarme de estructuras Desarme de equipos Traslados de estructuras Traslados de equipos fijos	\$ 14.351.400	Desarme de 12 instalaciones fijas. Desarme de 07 equipos. Traslados de 12 instalaciones fijas hacia planta de Cementos Bío Bío S.A. (Gran Bretaña 1725, Thno). Traslados de 12 instalaciones fijas hacia planta de Cementos Bío Bío S.A. (Gran Bretaña 1725, Thno).
3	Mantenimiento de caminos Moto niveladora.	\$753.984.-	Uso para mejorar camino de 400 mts.de largo por 3,5 de ancho.
4	Señalizaciones Instalación de 18 señaléticas.	\$2.641.800.-	Instalación por el perímetro de la cantera.
5	ENTORNO Y MEDIO AMBIENTE Plantación de Árboles. Limpieza y saneamiento	\$ 2.500.000.- \$1.000.000.-	1.500 Árboles del tipo Quillay. Se realizara a todo el terreno utilizado por la cantera (9,278 hectáreas).

CIERRES			
6	Instalación de malla Acma ford 3d.	\$30.142.795	Instalada en el contorno superior del cerro San Miguel de unas dimensiones de 400 mts. lineales por 2mts de altura.

TOTAL COSTOS CIERRE	\$51.389.979.-
----------------------------	-----------------------

FONDOS POST-CIERRE

Nº	ACTIVIDAD	COSTO	OBSERVACIONES
1	Monitoreo Estabilidad física. Monitoreo reforestación	\$5.200.000.-	Aplicado a 1500 árboles, con una superficie de 1,5 hectáreas.
	Reposición Cierre perimetral	\$7.151.424	Reparación y/o reposición caso de deterioro o robo.

TOTAL COSTOS POST CIERRE	\$12.351.424.-
---------------------------------	-----------------------

TOTAL COSTOS CIERRE	\$51.389.979.-
TOTAL COSTOS POST CIERRE	\$12.351.424.-
TOTAL CIERRE FINAL	\$ 63.741.403.-

CAPITULO XI

11. RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

11.1 Resultados

Los resultados y costos obtenidos de la implementación del plan de cierre, están medidos en pesos chilenos y fueron presentados al Jefe de operaciones y responsable de la cantera Sr. FRANCISCO MORALES VACAREZA, el costo de implementación del cierre final, el cual comprende el costo por cierre y post cierre está avaluado en \$ 56.589.979, con el cual la cantera cumpliría con lo estipulado en la Legislación vigente revisada en el presente proyecto.

El presente plan será impreso en 04 (cuatro) ejemplares, entregado 02(dos) copias a la empresa Cantera Cerro San Miguel, de los cuales uno será para presentarlo ante el Servicio Nacional de Geología y Minería para su aprobación y otro para su archivo. 01 (Un) ejemplar para la Universidad las Américas y 01 (un) ejemplar para archivo personal.

11.2 Conclusión

Después de haber analizado las múltiples aéreas correspondientes a la operación, zona empleada para las labores propias de la cantera, análisis del impacto histórico al medio ambiente, como también la pérdida de áreas forestales y con el fin de realizar el estudio de las medidas y costos necesarios para implementar el plan de cierre, se presentaron las soluciones necesarias para dicho proceso.

Para el área de operación, se procedió a cuantificar las instalaciones y equipos que componen la faena, calculando los costos necesarios para su desmantelamiento y traslado, con el fin de despejar el terreno en el cual se realizaban los trabajos propios de la cantera.

Al enfocarnos en el área medio ambiental, y como medida mitigatoria, se implementó un plan de reforestación, el cual contempla la plantación y posterior monitoreo de 1500 árboles nativos del tipo Quillay, como también la creación ya realizada por la empresa de una laguna artificial, la cual se ha mantenido alimentada por las aguas lluvias desde hace ya 03 años.

Complementando los trabajos anteriores, en relación a los cierres, señalizaciones y caminos, y posterior a la identificación del problemas en estas áreas, se consideró una serie de actividades y obras mitigar estos ámbitos, como son el cierre del perímetro con una malla Acma Ford por la parte superior del Cerro San Miguel, la instalación de señalética reflectante que identifique el posible riesgo de la zona y una mejora de los caminos de acceso con el uso de moto niveladora.

Finalmente se procedió a calcular el costo de dichas labores, que corresponden al costo total del plan de cierre para la Cantera Cerro San Miguel de Propiedad de Cementos Biobío, el cual asciende a la suma de \$63.741.403.-

Bibliografía

Ley N° 20.551 de 11.NOV.2011.

Ley N° 20.819 de 14.MAR.2015.

Página web de Cementos Biobío S.A.

Saldías A. et-al; 2001, Industria del Árido en Chile-Tomo I. Comisión Nacional de Áridos MOP-MINVU - CCHC.

Decreto N°41 de 22.NOV.2012.

Ley 19.300 de 09.MAR.1994.

Código de Minería de 14.OCT.1983.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. BCN, disponible en <http://www.leychile.cl>

Guía metodológica para la presentación de planes de cierre de explotaciones y prospecciones afectas al procedimiento simplificado, Versión 01 Diciembre 2013. SERNAGEOMIN.

Anefa. Definiciones y características de los áridos (<http://www.aridos.org>).

Entrevista Personales:

- **Francisco Morales Vacarezza.** Jefe de planta y de operaciones
- **Álvaro Mella.** Jefe Administrativo
- **Mauricio Ríos.** Operador planta de Procesos
- **Pablo Muñoz.** Capataz de la cantera

ANEXOS

ANEXO N° 1

Harnero N°1



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°2

Cinta transportadora de grava



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°3

Cinta transportadora de gravilla



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°4

Ruta de traslado de material con una distancia de 6,9 km. desde la cantera hacia la planta de procesos, en Av. Gran Bretaña 1725, Thno.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°5

Ruta de traslado de material con una distancia de 9,3 km. desde la cantera hacia la planta de procesos, en Av. Gran Bretaña 1725, Talcahuano.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°6

Acceso a la Cantera desde la comuna de Talcahuano.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°7

Acceso a la Cantera desde la comuna de Concepción.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°8

Harnero.



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°9

Parrilla separadora de gravas



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°10

Acceso al recinto de la Cantera Cerro San Miguel



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°11

Señaleticas instaladas



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°12

Laguna artificial (2.096 m²) aproximadamente



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°13

Fotografía satelital del año 2002.



Fuente: Google Earth

ANEXO N°14

Fotografía satelital del año 2006.



Fuente: Google Earth

ANEXO N°15

Fotografía satelital del año 2011.



Fuente: Google Earth

ANEXO N°16

Fotografía satelital del año 2017.



Fuente: Google Earth

ANEXO N°17

Área de concesión minera 9,278 hectáreas (92.787 m²).



Fuente: Google Earth

ANEXO N°18

Fotografía en la cual se visualiza la zona en la cual se instalara la malla acmaford 3d galvanizada, por una longitud de 428mts. lineales por 2mts de alto.



Fuente: Google Earth

TABLAS

TABLA N° 1

CICLOS DE VIAJE DE TRASNPORTE HACIA LA PLANTA DE PROCESOS

N°	MESES	VIAJES (N° de ciclos)
1	Abril 2016	164
2	Mayo 2016	174
3	Junio 2016	140
4	Julio 2016	176
5	Agosto 2016	175
6	Septiembre 2016	160
7	Octubre 2016	166
8	Noviembre 2016	170
9	Diciembre 2016	168
10	Enero 2017	154
11	Febrero 2017	156
12	Marzo 2017	150

Elaboración propia

TABLA N°2**PRODUCCIÓN DE CANTERA CERRO SAN MIGUEL**

Según los datos entregados por la empresa, se desprende la siguiente tabla de producción desde abril 2016 a marzo 2017.

N°	MESES	Toneladas extraídas
1	Abril 2016	6.560
2	Mayo 2016	6.960
3	Junio 2016	5.600
4	Julio 2016	7.040
5	Agosto 2016	7.000
6	Septiembre 2016	6.400
7	Octubre 2016	6.640
8	Noviembre 2016	6.800
9	Diciembre 2016	6.720
10	Enero 2017	6.160
11	Febrero 2017	6.240
12	Marzo 2017	6.000

Elaboración propia

PRESUPUESTOS

Presupuesto N°1

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	P. UNIF. (\$)	P. TOTAL (\$)
1	SERVICIOS DE FLETES				
1.1	Detalle del servicio				
1.2	Containers de 10 pies	un	4.0	450.000	1.800.000
1.3	Containers de 20 pies	un	3.0	550.000	1.650.000
1.4	Casa pre-fabricada de 7*3	un	1.0	600.000	600.000
1.5	Cabaña pre fabricada 8*4	un	1.0	800.000	800.000
1.6	Baños quimicos	un	2.0	35.000	70.000
1.7	Copa de Agua Metalica	un	1.0	550.000	550.000
1.8	Cinta Transportadora 10*80	un	2.0	900.000	1.800.000
1.9	Cinta Transportadora 15*80	un	1.0	1.100.000	1.100.000
1.10	Herrero de 2,5 *2	un	1.0	250.000	250.000
1.11	Herrero de 2,5 *3	un	1.0	350.000	350.000
1.12	Parrillas separadoras de 1,5*2,5	un	2.0	290.000	580.000
		un	1.0	500.000	500.000
5	RESUMEN PRESUPUESTO		SUB-TOTAL 6		10.050.000
6	DESIGNACIÓN			SUB-TOTALES (\$)	
7	0				10.050.000
8	Subtotal Partidas Obligatorias (SIN IVA)				10.050.000
9	SUBTOTAL COSTO CONSTRUCCION (SIN IVA)				10.050.000
10	Gastos Generales				804.000
11	Utilidades		8,00 %		804.000
12	TOTAL OBRA SIN IMPUESTOS		12,00 %		1.206.000
13	I.V.A.				12.060.000
14	TOTAL DEL PROYECTO CON IMPUESTO		19 %		2.291.400
NOTAS :					14.351.400

Razon Social : Inversiones JP Limitada
 Rut : 76.168.247-4
 Giro : Obras de Ingenieria, Construccion de Edificios Completos, Obras Civiles
 Domicilio : Villarrica 5532, Talcahuano
 Fono/ Fax : 041-3193997 cel 85295592 - 942789960

Cliete	Gustavo Araya	Fono/Fax
Direccion		
Atencion	Gustavo Araya	Fecha
Nombre Proyecto	Fletes	17-jul-17
Plazo Ejecucion	10 dias corridos	

VALOR TOTAL (IVA INCLUIDO): \$ 14.351.400
 VALOR TOTAL EN PALABRAS (IVA INCL.): #¿NOMBRE?

Fono Contacto Celular: 85295592
 E-mail: inversionesjpltda@gmail.com

Jorge Sandoval Tiznado
 Representante Legal
 Inversiones JP Limitada
 76.168.247-4

Presupuesto N°2

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	P. UNIT. (\$)	P. TOTAL (\$)
1	SERVICIOS DE MANTENCION				
1.1	Motoniveladora , valor arriendo por hora 28.0000-	un	18,0	28.000	504.000
1.2	otros	un	1,0	24.000	24.000
					528.000
5	RESUMEN PRESUPUESTO				
6	DESIGNACIÓN				SUBTOALES (\$)
7	# REFI				528.000
8	Subtotal Partidas Obligatorias (SIN IVA)				528.000
9	SUBTOTAL COSTO CONSTRUCCION (SIN IVA)				528.000
10	Gastos Generales		8,00 %		42.240
11	Utilidades		12,00 %		63.360
12	TOTAL OBRA SIN IMPUESTOS				633.600
13	I.V.A.		19 %		120.384
14	TOTAL DEL PROYECTO CON IMPUESTO				753.984


VALOR TOTAL (IVA INCLUIDO): \$ 753.984
VALOR TOTAL EN PALABRAS (IVA INCL.): Setecientos cincuenta y tres mil novecientos ochenta y cuatro pesos

Cliente: Gustavo Araya **Fono/Fax:**
Dirección:
Atención: Gustavo Araya **Fecha:**
Nombre Proyecto: Moto niveladora **12-jul-17**
Plazo Ejecución: 20

Fono Contacto Celular: 85295592
E-mail: inversionesjpltda@gmail.com

Jorge Sandqvist Tiznado
Representante Legal
Inversiones JP Limitada
76.168.247-4

Presupuesto N°3



Presupuesto n° 76

Razon Social : Inversiones JP Limitada
Rut 76.168.247-4
Giro Obras de Ingenieria, Construccion de Edificios Completos, Obras Civiles
Domicilio Villarrica 5532, Talcahuano
Fono/ Fax 041-3193997 cel: 85295592 - 942789960

Cliente	Gustavo Araya	Fono/Fax
Direccion		
Atención	Gustavo Araya	Fecha
Nombre Proyec	Señaletica	13-jul-17
Plazo Ejecucion	20	

VALOR TOTAL (IVA INCLUIDO): **\$ 2.641.800**
VALOR TOTAL EN PALABRAS (IVA INCL.): Dos millones seiscientos cuarenta y un mil ochocientos pesos

ITEM	UNID.	CANT.	P. UNIT. (\$)	P. TOTAL (\$)	
1	SERVICIOS DE MANTENCION				
1.1	Señaleticas de aluminio, poste mas letrero	un	8,0	75.000	600.000
1.2	Señaleticas de aluminio, poste mas letrero	un	6,0	75.000	450.000
1.3	Señaleticas de aluminio, poste mas letrero	un	4,0	75.000	300.000
1.4	limpieza e instalacion	un	1,0	500.000	500.000
				1.850.000	
5	RESUMEN PRESUPUESTO				
6	DESIGNACIÓN	SUBTOTALES (\$)			
7	# REFI			1.850.000	
8	Subtotal Partidas Obligatorias (SIN IVA)			1.850.000	
9	SUBTOTAL COSTO CONSTRUCCION (SIN IVA)			1.850.000	
10	Gastos Generales	8,00 %		148.000	
11	Utilidades	12,00 %		222.000	
12	TOTAL OBRA SIN IMPUESTOS			2.220.000	
13	I.V.A.	19 %		421.800	
14	TOTAL DEL PROYECTO CON IMPUESTO			2.641.800	

Fono Contacto Celular: 85295592
E-mail: inversionesjpltda@gmail.com

Jorge Sandoval Tiznado
Representante Legal
Inversiones JP Limitada
76.168.247-4

Presupuesto N°4

Servicios Forestales Integrales

Juan Eduardo Vera Perry EIRL

SEÑOR GUSTAVO ARAYA ÁLVAREZ

Mediante la presente carta se da a conocer el presupuesto para la faena de plantación y monitoreo de reforestación de 1500 (mil quinientos) arboles nativos del recinto cantera Cerro San Miguel.

PROPUESTA DE PLANTACIÓN DE ARBOLES NATIVOS TIPO QUILLAY DENTRO DEL RECINTO

La propuesta consiste en la plantación de 1500 (mil quinientos) arboles nativos del tipo quillay, suministrados por CONAF y eliminar los residuos originados de la misma faena.

Tiempo necesario para el trabajo: 14 días corridos.

Valor: \$ 2.500.000.- iva incluido.-

PROPUESTA PARA EL MONITOREO DEL PLAN DE REFORESTACIÓN

La propuesta considera el control y monitoreo del plan de reforestación implementado, en el cual se considera el control y dirección de crecimiento.

Tiempo necesario para el trabajo:

- 1 visita mensual con una duración de 3 días de trabajo durante todo el 1er. año posterior a la plantación.
- 1 visita trimestral con una duración de 3 días de trabajo durante todo el 2do. año posterior a la plantación.
- 1 visita trimestral con una duración de 2 días de trabajo durante todo el 3er. año posterior a la plantación.
- 1 visita semestral con una duración de 2 días de trabajo durante todo el 4to. año posterior a la plantación.
- 1 visita semestral con una duración de 2 días de trabajo durante todo el 5to. año y hasta el año 15 posterior a la plantación.

Valor: \$ 5.200.000.- iva incluido.-

PROPUESTA ECONOMICA

CONCEPTO

Plantación y monitoreo de 1500 (mil quinientos) Arboles tipo Quillay.

Plantación: \$ 2.500.000.-

Monitoreo: \$ 5.200.000.-

Total : \$ 7.700.000.- iva incluido

ATENTAMENTE, JUAN EDUARDO VERA PERRY

ENCARGADO SERVICIOS FORESTALES E INTEGRALES J E V P EIRL

Correo contacto: Sefoinvera@hotmail.com Teléfono contacto: 984562435

Concepción, 06 de Julio de 2017

Presupuesto N°5



Presupuesto n° 77

Razón Social : Inversiones JP Limitada
 Rut : 76.168.247-4
 Giro : Obras de Ingeniería, Construcción de Edificios Completos, Obras Civiles
 Domicilio : Villarrica 5532, Talcahuano
 Fono/ Fax : 041-3193997 cel. 85295592 - 942789960

Cliente	Gustavo Araya	Fono/Fax
Dirección		
Atención	Gustavo Araya	Fecha
Nombre Proyecto	Fletes	15-jul-17
Plazo Ejecución	20	

VALOR TOTAL (IVA INCLUIDO): \$ 1.000.000

VALOR TOTAL EN PALABRAS (IVA INCL.): UN MILLON DE PESOS

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	P. UNIT. (\$)	P. TOTAL (\$)
1	SERVICIOS DE MANTENCION				
1.1	limpieza y saneamiento	un	1,0	700.280	700.280
SUB-TOTAL 6					700.280

5 RESUMEN PRESUPUESTO


6	DESIGNACIÓN			SUB-TOTALES (\$)
7	0			700.280
8	Subtotal Partidas Obligatorias (SIN IVA)			700.280
9	SUBTOTAL COSTO CONSTRUCCION (SIN IVA)			700.280
10	Gastos Generales	8.00 %		56.022
11	Utilidades	12.00 %		84.034
12	TOTAL OBRA SIN IMPUESTOS			840.336
13	I.V.A.	19 %		159.664
14	TOTAL DEL PROYECTO CON IMPUESTO			1.000.000

NOTAS :

Fono Contacto Celular: 85295592
 E-mail: inversionesjpltda@gmail.com

Jorge Sandoval Tiznado
 Representante Legal
 Inversiones JP Limitada
 76.168.247-4

Presupuesto N°6



Presupuesto n° 83

Razón Social : Inversiones JP Limitada
Rut : 76.168.247-4
Giro : Obras de Ingeniería, Construcción de Edificios Completos, Obras Civiles
Domicilio : Villarrica 5532, Talcahuano
Fono/ Fax : 041-3193997 cat 85295592 - 942789960

Cliente	Gustavo Araya	Fono/Fax
Dirección		
Atención	Gustavo Araya	Fecha
Nombre Proyecto	Cierre Adicional	17-jul-17
Plazo Ejecución	90 días corridos	

VALOR TOTAL (IVA INCLUIDO): **\$ 30.142.795**

VALOR TOTAL EN PALABRAS (IVA INCL.): **Treinta Millones Ciento Cuarenta y Dos Mil Setecientos Noventa y Cinco Pesos 20/100**

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	P. UNIT. (\$)	P. TOTAL (\$)
1	INSTALACION DE FAENAS				
1.1	Empalmes Provisorios	un	1,0	150.000	150.000
2	OBRA GRUESA				
2.1	Excavaciones y desmalezado	ml	428,0	2.800	1.198.400
2.7	Instalación malla Acma Ford galvanizada, con postacion completa Tubulares 60*60 2mm, tubulares 40*40 2mm, Malla Cerco- Pro galvanizada, Cemento h25 8 cm, soldadura y discos de corte y pintado	ml	428,0	45.000	19.260.000
4	Aseo y eliminacion de escombros en botaderos	un	1,0	500.000	500.000
SUB-TOTAL 6					21.108.400
5 RESUMEN PRESUPUESTO					
6	DESIGNACION	SUB-TOTALES (\$)			
7	0	21.108.400			
8	Subtotal Partidas Obligatorias (SIN IVA)	21.108.400			
9	SUBTOTAL COSTO CONSTRUCCION (SIN IVA)	21.108.400			
10	Gastos Generales	8,00 %	1.688.672		
11	Utilidades	12,00 %	2.533.008		
12	TOTAL OBRA SIN IMPUESTOS	25.330.080			
13	I.V.A.	19 %	4.812.715		
14	TOTAL DEL PROYECTO CON IMPUESTO	30.142.795			

NOTAS :

Fono Contacto Celular: 85295592
E-mail: inversionesjpltda@gmail.com

Jorge Sandoval Tiznado
Representante Legal
Inversiones JP Limitada
76.168.247-4

Presupuesto N°7



Presupuesto n° 79

Razón Social : Inversiones JP Limitada
 Rut : 76.168.247-4
 Giro : Obras de Ingeniería, Construcción de Edificios Completos, Obras Civiles
 Domicilio : Villarrica 5532, Talcahuano
 Fono/ Fax : 041-3193997 cel: 85295592 - 942789960

Cliete	Gustavo Araya	Fono/Fax
Dirección		
Atención	Gustavo Araya	Fecha
Nombre Proyecto	Reposición Cierre perimetral	15-jul-17
Plazo Ejecución	Indeterminado	

VALOR TOTAL (IVA INCLUIDO): \$ 7.151.424

VALOR TOTAL EN PALABRAS (IVA INCL.): siete millones ciento cincuenta y un mil cuatrocientos veinticuatro pesos

ITEM	DESIGNACION	UNID.	CANT.	P. UNIT. (\$)	P. TOTAL (\$)
1	INSTALACION DE FAENA				
1.1	Empalme provisorio	un	1,0	150.000	150.000
2	OBRA GRUESA				0
2.1	Excavaciones y desmalezado	mt	428,0	1.000	428.000
2.2	Reposición e instalación malla acma ford 3d galvanizada, con postación completa Tubulares 60*60 2mm, Tubulares 40*40 2mm, malla cerco-pro galvanizada, cemento H25 8cm, soldadura, discos de corte y pintado.	ml	428,0	10.000	4.280.000
3	Aseo y eliminación de escombros en botaderos aut.	un	1,0	150.000	150.000
SUB-TOTAL 6					5.008.000
5	RESUMEN PRESUPUESTO				
6	DESIGNACIÓN				SUB-TOTALES (\$)
7	0				5.008.000
8	Subtotal Partidas Obligatorias (SIN IVA)				5.008.000
9	SUBTOTAL COSTO CONSTRUCCION (SIN IVA)				5.008.000
10	Gastos Generales	8,00 %			400.640
11	Utilidades	12,00 %			600.960
12	TOTAL OBRA SIN IMPUESTOS				6.009.600
13	I.V.A.	19 %			1.141.824
14	TOTAL DEL PROYECTO CON IMPUESTO				7.151.424

NOTAS :

Fono Contacto Celular: 85295592
 E-mail: inversionesjpltda@gmail.com

Jorge Sandoval Tiznado
 Representante Legal
 Inversiones JP Limitada
 76.168.247-4