



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MINAS

PROYECTO TÉCNICO-ECONÓMICO DE EXPLOTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN
DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA BUEN RETIRO DE LA EMPRESA COCKE CAR
LTDA., DE LA COMUNA DE CORONEL

AUTOR: MARIO ALEJANDRO ULLOA ITURRA.

AGOSTO 2017
CONCEPCIÓN-CHILE



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MINAS**

**PROYECTO TÉCNICO-ECONÓMICO DE EXPLOTACIÓN PARA LA
AMPLIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA MINA BUEN RETIRO DE LA
EMPRESA COCKE CAR LTDA., DE LA COMUNA DE CORONEL**

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: Mario Alejandro Ulloa Iturra
10.283.068-7

AGOSTO 2017
CONCEPCIÓN-CHILE

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este Proyecto de Título, a mis profesores de la Universidad de Las Américas, quienes durante el período de formación académica, me entregaron las herramientas necesarias para finalizar el proceso y poder desarrollar el presente proyecto; a mis compañeros de curso, quienes siempre me tendieron una mano amiga y me apoyaron en esta importante etapa de mi vida, la cual tiene por finalidad, contar con una alternativa real de desarrollo profesional.

Especial atención, merece el apoyo familiar brindado por mi esposa Ana Pamela y mi pequeña hija Josefa, quienes sacrificaron tiempo familiar importante para poder cumplir con este gran desafío, aportando apoyo y paciencia; a mis padres, suegros, hermanas y cuñados, quienes siempre me alentaron y me motivaron a cumplir con mi propósito, siendo todos ellos, pilares fundamentales en este logro.

Por último, a mi profesor guía, Sr. Alejandro Ramírez G., quién en el transcurso del desarrollo de la tesis, me aportó con su valioso apoyo y paciencia.

DEDICATORIA

Deseo dedicar este Proyecto de Título a mi señora Ana Pamela Parra Álvarez y a mi pequeña hija Josefa, quienes fueron mis pilares motivadores para concluir esta importante etapa de mi vida, cumplir con este gran desafío, el cual veía siempre lejano, sin embargo, el sólo hecho de aceptar mi deseo de estudiar esta carrera y sacarla adelante, es un mérito más que suficiente que debe ser reconocido y por cierto, agradecido, pero quiero que sepan, que todo lo hago por ustedes, por el bienestar que pretendo entregarles el resto de mi vida.

Gracias mis amores...ahora y por sobre todo en el futuro, espero que los resultados sean fruto de todo este importante sacrificio familiar.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo analizar las características de un proyecto de ampliación de la capacidad de producir 1.000 a 2.000 toneladas mensuales de carbón, en la mina Buen Retiro, ubicada en la comuna de Coronel y de propiedad de la empresa Cocke Car Ltda., lo que significa incrementar la producción anual a 24.000 toneladas.

Entre los objetivos específicos que se tienen, es la construcción de un segundo punto de extracción, además de Identificar las variables relevantes en la toma de decisiones de una empresa de la pequeña minería, conocer y describir el proceso productivo de la empresa, seleccionar una metodología para la evaluación económica del proyecto y proyectar el flujo de caja del proyecto de ampliación, lo que conllevará a determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto en cuestión.

El trabajo parte desde lo más genérico hasta lo específico, comenzando por la industria del carbón, su clasificación, importancia y destacando los factores que hacen propicio un escenario económico para ampliar su producción.

Se prosigue con una breve descripción de los principales métodos de minado utilizado en la minería del carbón y se profundiza en el método Long Wall o de tajeos largos, de la cual deriva el método Short Wall o de tajeos cortos, el cual es utilizado por la empresa bajo análisis. Comprender éste método tiene relevancia para entender los principales costos del proyecto y como se pueden reducir.

El trabajo continúa con una pequeña descripción de la empresa y la presentación del proyecto, finalizando con la evaluación técnica-económica del proyecto, las conclusiones y las recomendaciones al respecto.

SUMMARY

The objective of this work is to analyze the characteristics of a project to increase the capacity of producing 1,000 to 2,000 tons of coal per month in the Buen Retiro mine, located in the commune of Coronel and owned by the company Cocker Car Ltda. Which means increasing annual production to 24,000 tonnes.

The objective of this work is to analyze the characteristics of a project to increase the capacity of producing 1,000 to 2,000 tons of coal per month in the Buen Retiro mine, located in the commune of Coronel and owned by the company Cocker Car Ltda. Which means increasing annual production to 24,000 tonnes.

Among the specific objectives we have, is the construction of a second extraction point, in addition to Identifying the relevant variables in the decision making of a small mining company, to know and describe the productive process of the company, to select a methodology For the economic evaluation of the project and to project the cash flow of the expansion project, which will lead to determine the technical and economic feasibility of the project in question.

The work starts from the most generic to the specific, beginning with the coal industry, its classification, importance and highlighting the factors that make an economic scenario propitious to expand its production.

A brief description of the main methods of mining used in coal mining is given, and the Long Wall method of deep tapping is studied in depth, from which the Short Wall method is derived, which is used by the Company under analysis. Understanding this method has relevance to understand the main costs of the project and how they can be reduced.

The work continues with a short description of the company and the presentation of the project, ending with the technical-economic evaluation of the project, conclusions and recommendations.

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I	4
1. OBJETIVOS	4
1.1. Objetivo General	4
1.2. Objetivos Específicos	4
CAPITULO II	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
CAPITULO III	7
3. METODOLOGIA	7
CAPITULO IV	9
4. ANTECEDENTES GENERALES	9
4.1. Antecedentes de la industria del carbón	9
4.2. Antecedentes de la empresa	11
CAPITULO V	12
5. MARCO TEÓRICO	12
5.1. Formación del carbón	12
5.2. Tipos de carbón	12
5.3. Reservas de carbón	13
5.4. La Minería del carbón en Chile	14
5.5. Historia del carbón en la región del Bio Bío	15
5.6. Situación actual de la minería del carbón	20
5.7. Zona de extracción actual	21
5.8. Tipos de extracción	21
5.9. Requerimientos del uso del Long Wall	22
5.10. Ciclo de vida del carbón	23
5.10. 1. El proceso de preparación del carbón	24
5.11. Fases de un proyecto minero	28
5.12. Diagnóstico actividad minera región del Bio Bío	31
CAPITULO VI	33
6. SITUACION ACTUAL MINA BUEN RETIRO	33
6.1. Ubicación de la mina	33
6.2. Definición de los productos	33
6.3. Planta de proceso	34
6.4. Cargador	34
6.5. Transporte	34
6.6. Despacho de productos	35
6.7. Mercado	35

CAPITULO VII	36
7. PRESENTACION DEL PROYECTO	36
7.1. Descripción del proyecto	36
7.2. Ubicación del proyecto	36
7.3. Aplicación	36
7.4. Accesos Mina Buen Retiro	37
7.5. Preparación de la mina	39
7.6. Método de Explotación	41
CAPITULO VIII	43
8. ANALISIS TECNICO-ECONÓMICO PROYECTO	43
8.1. Estudio técnico-económico	43
8.1.1. Galerías inclinadas acceso y salida	43
8.1.2. Galerías de preparación para explotación	43
8.1.3. Maquinarias y equipos para explotación	44
8.1.4. Costos de operación	49
8.1.5. Costos de procesamiento	51
8.1.6. Costos de administración y ventas	52
8.1.7. Depreciación	53
8.1.8. Valor residual	55
CAPITULO IX	56
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA	56
9.1. Análisis flujo de caja del proyecto	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
ANEXOS Y REFERENCIAS	59
Bibliografía	59
Anexo A. Proyección explotación a 5 años.	60
Anexo B. Proyección explotación semanal.	61
Anexo C. Detalle explotación semanal.	62

INTRODUCCION

En atención a la demanda de recursos carboníferos por parte de empresas termoeléctricas y otras industrias en la Región del Bio Bío, quienes lo utilizan como fuente de insumo energético, se hace imperiosa la necesidad de determinar la viabilidad técnica y económica de un proyecto que permita ampliar la producción de carbón, que en la actualidad asciende a 1.000 toneladas mensuales, en la mina Buen Retiro de la Empresa Cocker Car Ltda., de Coronel.

Este estudio, abarcará toda la Cadena de Valor del Negocio, del Mercado y su Comercialización, lo que permitirá analizar completamente la situación actual, con la finalidad de tomar decisiones importantes en materia de inversión y proyectar rentabilidades positivas a futuro.

Normalmente el problema se encuentra radicado en los procesos ejecutados por la operación, también por la falta de antecedentes que permitan visualizar las necesidades del mercado, que nos permitan optimizar nuestros procesos productivos.

Nuestro estudio está centrado en la construcción de un segundo punto de extracción del mineral, el que permitirá extraer en forma paralela al ya existente, de esta forma, se duplicaría la actual producción, la cual asciende a la cantidad de 1.000 toneladas mensuales, aprovechando este aumento de producción, en la comercialización del producto, a las empresas proveedoras de energía existentes en la región en una primera instancia, proyectando a futuro, una mayor producción para que la empresa Cocker Car Ltda., tenga una cobertura nacional.

Los estudios y análisis realizados hasta la fecha por la empresa, más la Evaluación de las condiciones actuales de Operación y Comercialización nos permitirán desarrollar el proyecto que da origen a esta Tesis.

CAPITULO I

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General:

- Determinar la viabilidad técnico-económica del proyecto de ampliación de la actual producción de carbón, en la mina Buen Retiro de la Empresa Cocker Car Ltda., ubicada en la comuna de Coronel.

1.2. Objetivo específicos:

- Reconocer todas aquellas variables que inciden en la producción del carbón en el mercado mundial y nacional.
- Investigar respecto de las necesidades del recurso carbonífero dentro de la industria nacional, lo que permitirá proyectar la oferta y demanda del mismo.
- Conocer y describir el proceso productivo de la Mina Buen Retiro.
- Analizar las actuales capacidades operativas y logísticas y proyectar la demanda de recursos humanos, financieros y logísticos, para asumir un eventual aumento en la producción de carbón.
- Plantear un proyecto de ampliación de la producción de carbón en la Mina Buen Retiro.
- Realizar una evaluación Técnico-Económico del proyecto.
- Sugerir las recomendaciones respecto del proyecto, sobre la base de las conclusiones arribadas en el desarrollo del mismo.

CAPITULO II

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mina Buen Retiro, ubicada en la comuna de Coronel y de propiedad de la empresa Carbonífera Cocke Car Ltda., nace en diciembre del año 2004 y se emplaza en un antiguo yacimiento de carbón que había sido abandonado a fines del año 1910.

Este yacimiento que cuenta con todos los permisos gubernamentales y ambientales necesarios para operar una mina de carbón, al igual que las aprobaciones de Sernageomin; está emplazado en un terreno de 12 hectáreas, y posee una pertenencia minera de 870 hectáreas, ambas de propiedad del mismo grupo económico, la cual cuenta con reservas superiores a 10.000.000 de toneladas de carbón bituminoso, extrayendo en la actualidad 1.000 toneladas mensuales.

La citada empresa, mantiene clientes para la generación de vapor en la industria pesquera y agro industria, no obstante a ello, en atención a las demandas energéticas, las cuales van en aumento, incrementa las expectativas de la empresa Cocke Car, por tanto, surge la necesidad de evaluar técnica y económicamente, la posibilidad de ampliar su actual producción de carbón, pasando de 1.000 toneladas a 2.000 toneladas mensuales.

Para aumentar la citada producción, se plantea la construcción de un segundo punto de extracción, con la finalidad de que el actual siga en normal funcionamiento y no se interrumpa su producción, no obstante lo anterior, para llevar a cabo tal cometido, se analizará el proceso productivo actual, con la finalidad de identificar aquellas variables que de una u otra manera afectan las utilidades de la mina y de esta forma, mejorar la producción en el segundo punto de extracción, para posteriormente llevar a cabo una evaluación del proyecto, considerando los riesgos internos y externos, proyectando un flujo de caja, que de cuenta de la factibilidad técnica-económica de ampliar o mantener la producción.

Para lograr controlar las citadas variables, es necesario efectuar un análisis completo de las condiciones en las que se realizan las actividades en la actualidad, para ello se procederá de la siguiente manera.

A. En primer lugar, se procederá a efectuar un análisis minucioso de las condiciones actuales de la empresa, esto es:

- Conocer y describir el proceso productivo de la empresa.
- Conocer las reservas de carbón existentes en la mina Buen Retiro para proyectar un posible aumento de su explotación.
- Analizar las actuales capacidades operativas y logísticas y proyectar la demanda de recursos humanos, financieros y logísticos, para asumir un eventual aumento en la producción de carbón.

B. Se proyectará la construcción de un segundo punto de extracción en la mina Buen Retiro, donde se optimizarán todos los procesos que denoten algunas falencias en el actual punto de extracción y se estimarán las demandas de recursos humanos, financieros y logísticos, para su construcción y operación.

C. Una vez efectuado todos los análisis y aforos necesarios, se procederá a calcular las utilidades de la Empresa.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto, se tomó como base y guía el texto “Metodología de la Investigación”, cuarta edición, Autores Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández – Collado y Pilar Baptista Lucio. Considerando el esquema de preparación y evaluación de un proyecto individual como un proceso.

La información necesaria para realizar este informe se recolectó de distintas fuentes bibliográficas y observaciones, mientras que en las fuentes de observación se destacan las entrevistas y visitas a terreno.

Con las visitas y observaciones en terreno se analizaron las condiciones actuales de la mina Buen Retiro, con el propósito de analizar su actual producción, identificar aquellas posibles deficiencias susceptibles de ser mejoradas y proyectar un segundo punto de extracción sin puntos débiles, para así mejorar la productividad de ella.

Además, se tomó como marco de referencia, el libro “Preparación y Evaluación de Proyectos” 5ta Edición, de los autores Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain, del cual se obtendrán conocimientos sobre la evaluación económica del proyecto, sumado a los contenidos vistos en las clases brindadas por la Universidad, en nuestro periodo de formación profesional.

Se efectuará un estudio de mercado en base a información proporcionada por estamentos Estatales y privados, vinculadas a la industrias minera, energética y productiva, que den cuenta de la demanda del insumo “carbón”, como asimismo, información presente en las páginas web, que se relacionan con la materia objeto del presente estudio.

Todos estos antecedentes se revisaron y estudiaron de manera minuciosa con el fin de llevar a cabo la propuesta para la empresa, la cual consiste en aumentar su actual producción y por tanto, las utilidades.

Para llevar a cabo tal cometido, es necesario realizar lo siguiente:

- ***Análisis Situación Actual:*** Para poder proyectar un aumento de la producción, resulta fundamental realizar un análisis de la actual producción, con la finalidad de determinar todas aquellas variables cualitativas y cuantitativas que inciden, como asimismo, identificar aquellas deficiencias, con la finalidad de proyectar un segundo punto de extracción 100% operativo, que permita maximizar su producción y por ende, sus rentabilidades.

- ***Análisis de Mercado:*** En este apartado se detallarán las características del mercado, donde se realizará un análisis de los clientes actuales, del mercado, a los clientes potenciales y la competencia. También, se revisarán los estudios previos realizados por la empresa.

- ***Plan Económico y Financiero:*** Este plan será elaborado aplicando conocimientos de Evaluación de Proyectos, Administración de Operaciones y Economía, entre otros.

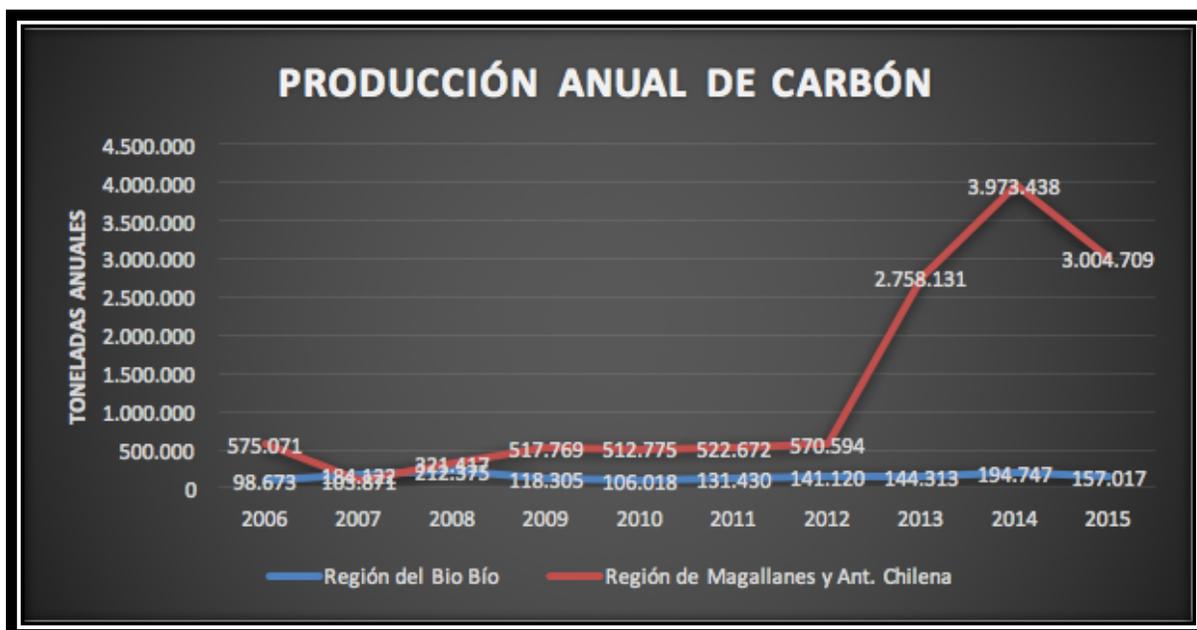
CAPITULO IV

4. ANTECEDENTES GENERALES

4.1. Antecedentes de la Industria del carbón

Actualmente en nuestro país, la producción de carbón en faenas de pequeña y gran escala toma cada vez mayor fuerza en un escenario en que la demanda por el insumo energético es principalmente cubierta con mineral importado, sin embargo, de importador a exportador, parece ser la nueva realidad de la minería del carbón en Chile. Según datos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), alrededor del 90% de la oferta del carbón (térmico y metalúrgico) utilizado por la industria nacional es importado desde países como Colombia, Estados Unidos y Australia, situación que ha ido cambiando especialmente con la operación de compañías como Mina Invierno, en la región de Magallanes, que en 2013 realizó envíos a Europa y Asia.

4-1. Comportamiento de la producción de carbón en Chile.



Fuente: Sernageomin y gráfico elaboración propia

La relevancia que ha ido adquiriendo el carbón chileno se refleja además en el hecho de que factores como una menor hidrología han incidido en que el carbón se haya convertido en un insumo relevante para la generación eléctrica, tal como se observa en el informe anual de operación eléctrica 2013 elaborado por Electroconsultores, que considera datos del Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC) y de la CNE. Mientras en 2012 el 25,45% de la generación bruta total en el SIC fue a partir de carbón, en 2013 ese porcentaje llegó a 33,35%. Estos datos van en línea con el volumen de proyectos a carbón que han ingresado al SIC en los últimos años, como ha sido el caso de las centrales Guacolda III (135 MW) y IV (139 MW), Ventanas III (240 MW), Coronel I (343 MW), Bocamina II (342 MW), y Campiche (242 MW).

La relevancia del carbón todavía es más patente en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), donde en 2013 el 81,9% de la generación bruta total se explicó por el uso de dicho insumo, sumados el SIC y el SING, el consumo de carbón en 2013 fue de poco más de 12 millones de toneladas, según información el Ministerio de Energía.

La preponderancia del carbón en la matriz energética nacional se refleja además en el hecho de que las empresas eléctricas consideran el desarrollo de nuevas termoeléctricas a carbón, entre ellas, la segunda unidad de la central Santa María (de Colbún), la quinta unidad de Guacolda, y Punta Alcalde, en el SIC, y el proyecto Infraestructura Energética, perteneciente a E-CL, en el SING.

Sin embargo, pese a la importancia que posee el carbón como insumo energético en la matriz nacional, solo alrededor de un 10% del carbón que se consume en Chile se produce en el país, en yacimientos ubicados en las Regiones del Biobío y de Magallanes, por tanto, tal situación se traduce en un enorme desafío para las empresas carboníferas nacionales.

4.2. Antecedentes de la Empresa

Carbonífera Cocke Car Ltda., es una empresa nacional presente en la región del Bio Bío, la cual nace en diciembre del año 2004, con una visión de 2 emprendedores de explotar un antiguo yacimiento de carbón que había sido abandonado a fines del año 1910 y con una Inversión para recuperar y poner en servicio el Pique ya existente de \$200.000.000.

Este yacimiento se encuentra ubicado en la comuna de Coronel y comenzó con una dotación de 10 Mineros y 1 Supervisor, actualmente cuenta con una dotación de 170 trabajadores en forma permanente y cuenta con todos los permisos gubernamentales y ambientales necesarios para operar una mina de carbón, al igual que las aprobaciones de Sernageomin.

La mina Buen Retiro está emplazada en un terreno de 12 hectáreas, y posee una pertenencia minera de 870 hectáreas, ambas de propiedad del mismo grupo económico, la cual cuenta con reservas superiores a 10.000.000 de toneladas de carbón bituminoso, extrayendo en la actualidad 1.000 toneladas mensuales.

CAPITULO V

5. MARCO TEORICO

El Carbón es una roca sedimentaria formada por acumulación de restos de vegetales en zonas con grandes cantidades de agua estancada. Es un combustible fósil, de color negro y rico en carbono y es el combustible fósil más abundante de la tierra.

5.1. Formación del carbón

El carbón se formó, principalmente, cuando los extensos bosques de helechos y equisetos gigantes que poblaban la Tierra hace unos 300 millones de años, en el periodo Carbonífero de la era Paleozoica, morían y quedaban sepultados en los pantanos en los que vivían. Al ser el terreno una mezcla de agua y barro muy pobre en oxígeno, no se producía la putrefacción habitual y poco a poco, se fueron acumulando grandes cantidades de plantas muertas

Con el tiempo nuevos sedimentos cubrían la capa de plantas muertas, y por la acción combinada de la presión y la temperatura, la materia orgánica se fue convirtiendo en carbón.

5.2. Tipos de carbón

Según las presiones y temperaturas que los hayan formado distinguimos distintos tipos de carbón: turba, lignito, hulla (carbón bituminoso) y antracita. Cuanto más altas son las presiones y temperaturas, se origina un carbón más compacto y rico en carbono y con mayor poder calorífico.

El carbón se clasifica en función de su poder calorífico (poder para producir combustiones o quemar). Cuanta más proporción de carbono contenga, mejor será su calidad, por tanto, según lo anterior, tenemos:

- **Turba:** Es el carbón de peor calidad y por tanto el que menos proporción de carbono tiene (apenas el 55%). Es el primer carbón que se forma tiene un color verde parduzco y en el momento de su extracción, conserva mucha agua, por tanto, debe ser secado antes de usarse como combustible. Cuando arde desprende mucho humo y cenizas y se usa como combustible de baja calidad, en jardinería para mejorar los suelos por su alta capacidad de retener el agua e incluso para pintar.

- **Lignito:** Cuando la turba se va comprimiendo se va formando el lignito. Este carbón es de color negro y suele tener una textura similar a la de la madera de la que procede. Tiene un porcentaje en carbono entre el 60% y el 75% y es un combustible de calidad media; es un carbón formado hace unas cuantas decenas de millones de años y es utilizado como combustible para generar electricidad.

- **Hulla:** Corresponde al carbón bituminoso, el que contiene entre el 75% y el 85% en carbono y es duro, negro, opaco y grasoso. Se forma cuando se comprimen las capas de lignito en la era primaria y es el tipo de carbón más abundante y el llamado carbón de piedra más utilizado. Posee un alto poder calorífico y es por eso que se utiliza principalmente para las Centrales Térmicas en la producción de electricidad; también se usa para producir carbón de coque usado en los altos hornos. La elaboración de coque genera a su vez muchos derivados que se utilizan en la industria química; benceno, naftaleno, fenoles cresoles, etc.

- **Antracita:** Procede de la transformación de la hulla. Es el mejor de todos los tipos de carbones con un porcentaje en carbono que puede llegar incluso al 95%. Es el menos contaminante (desprende poco humo) y el que tiene mayor poder calorífico. Es negro, brillante y muy duro (difícil de rayar) y se usa en las calderas de calefacción para las viviendas y para generar electricidad, pero debido a su coste está siendo desplazado por el gas natural. Su uso principal hoy en día es para producir coque, que es un combustible que se obtiene a partir de la destilación destructiva, o pirolisis, de determinados carbones minerales que poseen propiedades coquizantes; es decir capacidad de transformarse en coque después de haber pasado por una fase plástica.

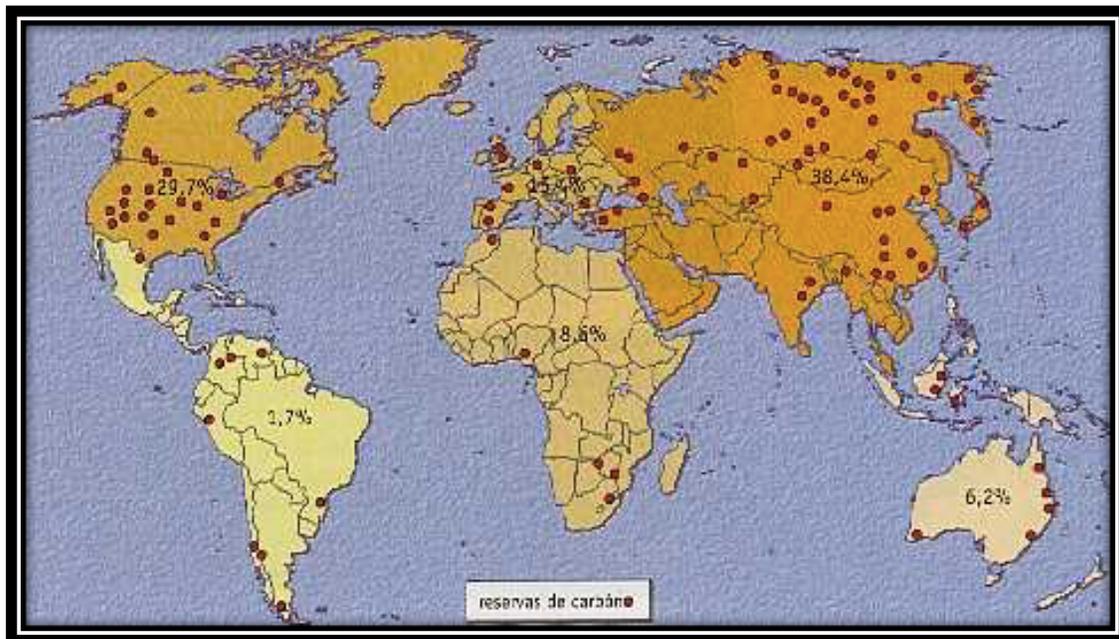
5.3. Reservas de carbón.

El carbón es el combustible fósil más abundante en el mundo y se encuentra sobre todo en el hemisferio norte, porque durante el período Carbonífero los continentes que ahora están en el hemisferio sur, es decir África, América del Sur y Australia, estaban juntos formando un gran supercontinente llamado Gondwana, que estaba situado muy cerca del polo sur, con un clima poco propicio para la formación de grandes bosques; en cambio lo que ahora son Asia,

Europa y América del Norte estaban situados junto al ecuador en una zona cálida, muy adecuada para el desarrollo de las grandes masas vegetales que formaron las capas de carbón.

Los mayores depósitos de carbón están en América del Norte, Rusia y China, aunque también se encuentra en cantidades considerables en algunas islas del Ártico, Europa occidental, India, África del Sur, Australia y la zona este de América del Sur.

5-1. Mapa ubicación de las reservas de carbón a nivel mundial.



Fuente: Google

5.4. La minería del Carbón en Chile

Desde el siglo XVI en adelante, Chile ha estado marcado por su condición de país minero. Si en el período colonial fueron el oro y la plata los que atrajeron a conquistadores y colonos, en el siglo XIX, el cobre, el carbón y el salitre hicieron posible la expansión económica.

Ya en el siglo XX, el advenimiento de la gran minería del cobre transformó al país en uno de los principales productores mundiales del metal rojo. Éste, junto al carbón, el petróleo y otros minerales no metálicos, hizo de la actividad minera una de las bases de la economía nacional.

La minería es la principal actividad vinculada al comercio exportador (40% de las exportaciones del país). La mayor parte de esta actividad se concentra en el norte del país, en los ambientes áridos y semiáridos de las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo, aunque existe una actividad importante en las regiones de Valparaíso, O'Higgins y Magallanes.

No obstante a ello, el carbón vegetal está entre los primeros recursos energéticos; pero el agotamiento irreversible de este último recurso marcó su decadencia y su reemplazo por el carbón mineral en el siglo XIX.

En Chile es posible distinguir tres zonas carboníferas: Concepción – Arauco, Valdivia – Chiloé y la zona de Magallanes.

5.5. Historia del Carbón en la Región del Bio Bío

Las primeras explotaciones de carbón en Lota se iniciaron el año 1844, obtenidas de afloramientos superficiales, pero la explotación planificada e industrial comenzó en 1852, año que marca el nacimiento de la industria extractiva con la formación de la compañía Cousiño & Garland, organizada e impulsada por don Matías Cousiño.

Desde 1852, con la Compañía Cousiño & Garland, la empresa minera fue cambiando su denominación. En efecto, en 1857 fue la Sociedad Cousiño e Hijo; en 1870 surge como Compañía Explotadora de Lota y Coronel; en 1905 se llamó Compañía de Lota y Coronel; en 1921 fue la Compañía Minera e Industrial de Chile y en 1933, hasta 1964, se denominó Compañía Carbonífera e Industrial de Lota.

Por otra parte, en 1859 don Federico Schwager inició la explotación de los mantos carboníferos del Fundo Boca Maule, en Coronel, bajo el nombre de Compañía de Carbón Puchoco, la que a partir del año 1892 y hasta 1964, se denominó Compañía Carbonífera y de Fundación Schwager S.A.

En febrero de 1964, la compañía fundada por don Federico Schwager fue fusionada con la Compañía Carbonífera e Industrial de Lota, dispuesta por D.S. N° 683 del Ministerio de Hacienda, de 29 de febrero de 1964, dando origen a Carbonífera Lota-Schwager S.A.

El 31 de diciembre de 1970, la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, pasa a ser propietaria mayoritaria de acciones de Carbonífera Lota-Schwager S.A. a través de un convenio suscrito con un grupo de accionistas de la sociedad.

Posteriormente, el 22 de diciembre de 1973, por Resolución N° 91-C de la Superintendencia de Compañías de Seguros, Sociedades Anónimas y Bolsas de Comercio, se establece la razón social de Empresa Nacional del Carbón S.A. (ENACAR).

Durante los años 1975 y 1976, se materializaron las operaciones de integración a ENACAR S.A. de las Compañías Carboneras de Arauco, mediante el Decreto Ley N°931 de 27 de marzo de 1975, que autorizó la transferencia de la totalidad de las acciones de las Compañías Carboneras de Colico Sur S.A., Victoria de Lebu y Pilpilco a la Empresa Nacional del Carbón S.A.

A fines del año 1979, ENACAR S.A. concurrió a la formación de una filial denominada originalmente Compañía Carbonífera Schwager Ltda., después Carbonífera Schwager S.A., con el objeto de explotar el establecimiento minero de Schwager.

Durante 1987, ENACAR S.A. traspasó a CORFO el 51% de su participación en dicha Filial, y el 32,4% a diversos inversionistas del sector privado y a trabajadores de esa empresa, constituyéndose la Carbonífera Schwager S.A. en una sociedad coligada. El año 1988 ENACAR S.A. completó la venta de su participación accionaria en Carbonífera Schwager S.A. mediante el traspaso del 14% a CORFO y un 2,54% a diversos inversionistas del sector privado, incluidos trabajadores de la propia compañía. Con estas ventas Carbonífera Schwager S.A. dejó de tener el carácter de Empresa Coligada de ENACAR S.A.

En el curso del ejercicio 1989, ENACAR S.A. concurrió a la constitución legal de dos empresas filiales, Carbonífera Victoria de Lebu S.A. (CARVILE S.A.) e ISAPRE del Carbón S.A. (ISCAR S.A.).

El 16 de abril de 1997, el Directorio de la Empresa, ante la imposibilidad de cumplir con las metas de producción y con los compromisos de déficit operacional señalados en la Ley de Presupuesto para 1997, decidió el cierre definitivo del yacimiento minero de Lota, manteniendo la actividad extractiva en su Mina Trongol de Curanilahue y en la de CARVILE S.A. en Lebu.

Como consecuencia del cese de las actividades extractivas y productivas de la Mina Lota, se suscribió entre el Gobierno y los Sindicatos de Enacar Lota un Protocolo de Acuerdo de fecha 10 de mayo de 1997, que tuvo por objeto establecer las indemnizaciones, beneficios extraordinarios y condiciones que se aplicarían respecto de los trabajadores de Enacar Lota a cuyos contratos de trabajo se les pusiera término a partir del 30 de abril de 1997, con motivo del cierre del mineral referido precedentemente.

A su vez, mediante Resolución Exenta N° 988 de 16 de julio de 1997, la Superintendencia de ISAPRE resolvió cancelar el registro de ISCAR S.A. como Institución de Salud Previsional, dado el término de las actividades del yacimiento de Lota en abril del mismo año, establecimiento de dónde provenía el 90% de sus afiliados.

El 3 de septiembre de 1997, en Junta General Extraordinaria de Accionistas, se constituyó una Comisión Liquidadora de ISCAR S.A. para cumplir con los derechos y obligaciones de la sociedad en sus actividades de cierre, cuya Cuenta Final fue presentada y aprobada en Junta General Extraordinaria de Accionistas de 21 de diciembre de 2000.

Con fecha 28 de abril de 2006, el Directorio de ENACAR S.A., teniendo presente el Informe de la Auditoría de Funcionamiento Operacional y Exposición al Riesgo de los Trabajadores en Frente de Explotación Manto Doble Sector 611 de la Mina Trongol, emitido por la Consultora Instituto Internacional de Administración de Riesgos, que ratificaba un informe

interno de la empresa, donde se señala los graves riesgos a la salud y la seguridad de los trabajadores en el frente de explotación; además del pronto agotamiento de las reservas explotables del yacimiento, que no superaría a octubre de 2006 y en resguardo de la salud y seguridad de los trabajadores, se acordó suspender las faenas extractivas y productivas de la Mina Trongol en el Establecimiento de Curanilahue.

Con relación a la situación posterior a la suspensión de las faenas, se mantuvieron las condiciones físicas de accesibilidad y condiciones ambientales del yacimiento, en especial a las distintas áreas del interior del yacimiento, como en el Frente 611, galería principal y galería GT1. Sin embargo, se presentaron deterioros que con el tiempo iban en aumento, como fracturación en los frentes, que harían muy difícil la recuperación del material y equipos que se encontraban en esos sectores.

Consecuentemente, con fecha 4 de agosto de 2006, el Directorio de la Sociedad, acordó poner término inmediato y definitivo a las faenas extractivas y productivas de carbón en la Mina Trongol.

Derivado de lo anterior con fecha 8 de agosto de 2006, se suscribió entre Enacar S.A. y los Sindicatos de N° 1 y 2 Colico Trongol y N° 1 Trongol Norte del Establecimiento de Curanilahue un Protocolo de Acuerdo, que tuvo por objeto establecer las indemnizaciones, beneficios extraordinarios y condiciones que se aplicarían respecto de los trabajadores de Enacar Curanilahue a cuyos contratos de trabajo se les pusiera término con motivo del cierre definitivo de las actividades extractivas y productivas de la Mina Trongol.

De esta forma las actividades de Enacar S.A. se centraron fundamentalmente en la comercialización de carbón, adquirido a su Filial Carvile S.A. y a terceros de la zona y la posterior venta a sus clientes habituales; en la administración de los beneficios derivados de la aplicación de los protocolos de acuerdo ya mencionados y en la actividad societaria propiamente tal.

Durante el año 2008, su filial CARVILE S.A. con fecha 29 de octubre de 2008 resolvió el cese definitivo de las actividades extractivas y productivas de su Mina La Fortuna de Lebu, teniendo presente, entre otras consideraciones, la situación de incapacidad laboral que afectaba a aproximadamente un 70% de los trabajadores interior mina.

A raíz de ello, Carvile S.A. suscribió con sus Sindicatos de Trabajadores N° 1 y 2 un Protocolo de Acuerdo, de fecha 29 de octubre de 2008, que tuvo por objeto establecer las indemnizaciones, beneficios extraordinarios y condiciones que se aplicarían respecto de los trabajadores de Carvile S.A., a cuyos contratos de trabajo se les pusiera termino con motivo del cese definitivo de las actividades extractivas y productivas de la Mina La Fortuna de Lebu.

A mediados del año 2010, se determinó no continuar con la comercialización debido a que la empresa se veía enfrentada a variadas dificultades para llevarla a cabo entre las que se destacan: una calidad variable del carbón comprado; el que los pirquineros no formalizan el abastecimiento de carbón; el carbón importado tiene un costo menor al nacional y este carbón puede ser comprado por la competencia; la disminución de producción en algunas empresas industriales que utilizan carbón en sus procesos. Los saldos de carbones mantenidos en las canchas de carbón se vendieron a comienzos del año 2011.

En Junta Extraordinaria de Accionistas de la Empresa Nacional del Carbón S.A., celebrada el 11 de abril de 2013, se acordó la disolución anticipada y liquidación de la sociedad. El Acta de la referida Junta Extraordinaria de Accionistas se redujo a escritura pública de fecha 22 de abril de 2013 ante la Notario de Santiago doña María Gloria Acharán Toledo, cuyo extracto fue publicado en el Diario Oficial N° 40542 del 24 de abril de 2013. En consecuencia, se encuentran cumplidas las exigencias formales para que pueda constituirse y entrar en funciones la Comisión Liquidadora, cesando en sus funciones el Directorio de la sociedad.

5.6. Situación actual de la minería del carbón como fuente energética

El carbón es y seguirá siendo un combustible clave en la matriz energética nacional en el corto y mediano plazo, aunque también debe enfrentar desafíos no menores: la presión que genera la baja en el precio del petróleo, la mayor competencia que supone el ingreso de otras tecnologías como el GNL (Gas Natural Licuado) y las energías renovables, que ya representan más del 12% en el SING (Sistema Interconectado Norte Grande) y SIC (Sistema Interconectado Central), además de los mayores costos tecnológicos para reducir las emisiones, según sostienen especialistas y actores de la industria.

Actualmente esta fuente energética es la más usada después de la hidroelectricidad, totalizando 4.617 MW de capacidad instalada en el SING (2.121 MW) y el SIC (2.496 MW), según indica el reporte de febrero de Generadoras de Chile A.G.

Del total de energía eléctrica generada en Chile en 2015, en el SING y SIC, un 36% provino de centrales a carbón; en el SING representó el 76% y en el SIC el 22%”, precisando que esta participación en la matriz aumentará en el norte grande debido a la entrada en operación de las centrales Cochrane I (primer semestre de 2016) y Cochrane II (segundo semestre de 2016), ambas de 236 MW.

De acuerdo a los datos entregados por AES Gener a este medio “durante los últimos cuatro años el carbón representó, aproximadamente, un 42% de la matriz eléctrica chilena, valor muy similar a la participación mundial del carbón en la generación eléctrica, que el año 2013 alcanzó un 41%”.

Tomando en cuenta estas cifras, el carbón continuará siendo un combustible clave para los sistemas eléctricos, puesto que “una de sus más importantes características es que entregan un bloque base de energía, que es permanente, confiable y económico”.

El carbón, como uso de combustible primario, “es el que en términos relativos a otros combustibles o fuentes de energía presenta generalmente mejores condiciones de tipo económicas en cuanto a costos, es por eso que ha sido históricamente el combustible de

mayor uso a nivel mundial (hoy representa cerca del 30% de la matriz de energía primaria global), considerando además que, según distintas estimaciones, existen reservas de carbón para más de 100 años de producción, por tanto, es posible esperar que su uso masivo se mantenga por varios años.

Actualmente en nuestro país, la producción de carbón en faenas de pequeña y gran escala toma cada vez mayor fuerza en un escenario en que la demanda por el insumo energético es principalmente cubierta con mineral importado, sin embargo, de importador a exportador, parece ser la nueva realidad de la minería del carbón en Chile. Según datos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), alrededor del 90% de la oferta del carbón (térmico y metalúrgico) utilizado por la industria nacional es importado desde países como Colombia, Estados Unidos y Australia, situación que ha ido cambiando especialmente con la operación de compañías como Mina Invierno, que en 2013 realizó envíos a Europa y Asia.

Sin embargo, pese a la importancia que posee el carbón como insumo energético en la matriz nacional, solo alrededor de un 10% del carbón que se consume en Chile se produce en el país, en yacimientos ubicados en las Regiones del Biobío y de Magallanes.

5.7. Zona de extracción actual

Geográficamente la extracción actual se lleva a cabo en la Provincia de Concepción, por parte de la mina Buen Retiro, de la empresa Cocker Car Ltda., específicamente en la comuna de Coronel.

5.8. Tipo de extracción

La mina Buen Retiro utiliza el método de extracción Long Wall, también conocido como minado por tajeos largos, el cual se originó en Inglaterra a fines del siglo XVII y que se aplica generalmente en la explotación de carbón, y otros minerales dando lugar a grandes frentes o paredes, los cuales son limitados por dos grandes paneles, dichas paredes normalmente son proyectadas en longitudes de 60 a 180 metros, llegando a veces a 365 metros.

Se aplica en depósitos en forma de estratos de potencia uniforme, normalmente en ocurrencias de grandes extensiones, puesto que el área de trabajo debe ser bien soportada. A modo de ejemplo, las minas de oro de Sudáfrica emplean este método en rocas duras, mientras que en rocas suaves se aplica en minas de carbón y en muchos lugares, sobretodo en Europa y Norte América, donde se encuentran grandes concentraciones de carbón; en Chile es habitual la utilización de esta técnica de explotación en los yacimientos de carbón.

La mina Buen Retiro de la empresa Cocks Car Ltda., por los parámetros geomecánicos utiliza en la actualidad, el método Long Wall en retroceso, en razón de que cuenta con cajas moderado a estables y mineral de calidad de baja a media; este método tiene buena selectividad, recuperación y control del sistema de soporte de las cajas de la veta; el factor seguridad es minimizado y controlado, la explotación y ritmo de producción es alta.

5.9. Requerimientos para el uso del “Long Wall”

El método de minado “Long Wall” es aplicado generalmente en los yacimientos de carbón, donde se corta en rebanadas de 60 metros a 150 metros al mineral.

Tamaño del Yacimiento. Debe ser lo suficientemente grande para que justifique la inversión de capital y en el equipamiento, así como en el desarrollo.

Potencia de Veta. La potencia del mineral, el cual será exitosamente minado por el método Long Wall varía en un rango de 0.60 metros a más de 6.00 metros y estas deben ser de forma tabular.

Buzamiento. Las vetas deben tener un buzamiento de 0° a 45°, para permitir que el mineral fluya con facilidad.

Tipo de Roca. Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente buena (roca competente).

Ventajas:

- Alta Productividad, método aplicable a gran escala.
- Favorece continuidad producción, permite ciclos de operaciones casi simultáneos.
- Reducción de Costos.
- Disminución de los tiempos muertos.
- Método altamente seguro y saludable ya que no está expuesto a las zonas explotadas al ser un método en retirada.
- Alto grado de mecanización y utilización óptima de los equipos.
- Poca mano de obra requerida.
- Operaciones concentradas, facilitando transporte, suministros y ventilación.
- La recuperación es cercana al 100%, recuperando los pilares.
- Se puede controlar la dilución.
- Se puede adecuar a yacimientos con propiedades físicos-mecánicas incompetentes.

Desventajas:

- Reducción de la mano de obra.
- Colapsos y subsidencias ocurren en grandes áreas, aproximadamente 10-80% de la zona explotada; controlable.
- Método muy inflexible y rígido en su diseño y ejecución; no selectivo, al explotar el bloque en rebanadas los cortes trabajan zonas de alta y baja ley.

5.10. Ciclo de vida del Carbón

Las etapas que se realizan en el ciclo de vida del carbón corresponden a los distintos tipos de fases involucrados que deben desarrollarse para ejecutar una determinada actividad productiva relacionada con el uso del carbón, conforme a lo anterior, es posible identificar las siguientes etapas:

- **Yacimiento.** Es el lugar donde se hallan naturalmente las rocas, minerales, gases o fósiles (yacimento geológico). Los yacimientos geológicos son formaciones que presentan una concentración de materiales geológicos inusualmente elevada en comparación al resto de la corteza terrestre; dada la cantidad y calidad de los

materiales, un yacimiento puede justificar su análisis para determinar la posibilidad de su explotación comercial.

- **Extracción.** Existen la extracción de carbón desde minas a "cielo abierto", la cual solo es rentable cuando la veta de carbón está cerca de la superficie y donde mediante este método se puede recuperar una mayor proporción del yacimiento de carbón que la extracción subterránea, por cuanto se trabaja en todas las vetas de carbón, con lo que se logra recuperar 90% o más del carbón.
- En cuanto al caso de extracción subterránea o "de profundidad" existen dos métodos principales: la extracción "mediante pilares", donde el carbón se extrae cortando una red de galerías en la veta de carbón y dejando "pilares" de carbón para sostener el techo de la mina; estos pilares pueden representar hasta el 40% del total de carbón, aunque este puede, extraerse en una etapa posterior y la extracción por "tajos largos", la cual se basa en la extracción completa del carbón de una sección de la veta utilizando rafadoras-cargadoras mecánicas, y/o mediante un sistema manual (herramientas de mano).
- **Procesamiento.** El carbón una vez retirado desde el interior de la mina, presenta tamaños muy heterogéneos, siendo necesario llevar a cabo una preparación de este, mediante una clasificación por calidades y tamaños, es decir, se trata de hacer una clasificación lo más minuciosa posible del carbón para así darle los diferentes usos y aplicaciones.

5.10.1. El proceso de preparación del carbón incluye 7 etapas:

- 1) Separación de los tipos del carbón por el aspecto del mismo. Es aplicable siempre que existan vetas bien definidas en la veta carbonífera. El picador es el que selecciona para que se pueda efectuar de este modo la separación.

- 2) Tamizado o clasificación por tamaño de partícula. Los tamices son placas cuadradas con cuadrículas de diferentes tamaños (luz de malla). Esto es lo que hace posible seleccionar los tamaños.
- 3) Escogida a mano. Se aplica a trozos de carbón de gran tamaño, para lo cual, en una cinta de escogida con movimiento lento y con una cantidad determinada de hombres, se separan los estériles que a simple vista puedan ser detectados.
- 4) Trituración y quebrantamiento. Se trata de reducir el tamaño para mejor manejo y salida comercial. Las acciones mecánicas que se van a efectuar son: Compresión, Rodadura, Impacto, Flexión y Desgaste o rozamiento. En los equipos industriales suele predominar una de estas acciones, o bien se combinan varias y según la máquina y el equipo que se use, se obtendrán diferentes tamaños.
- 5) Lavado Mecánico. Se trata de reducir las cenizas que nos va a dar el producto en el proceso de combustión, se abarata así el coste del proceso industrial de eliminación de cenizas posterior a la combustión. Se deben tener en cuenta características como tamaño, forma, elasticidad, conductividad, humedictividad, densidad. Los procesos de lavado pueden ser en “seco”, que se basan en las diferencias de densidad y fricción en seco y también en las diferencias de elasticidad y en “húmedo”, que se basan en las diferencias de tamaño y forma. También en la densidad y fricción en húmedo, así como en la humectabilidad y densidad.
- 6) Secado. El carbón, según sus características físicas, es un mineral higroscópico, es decir, tiene la propiedad de impregnar o exhalar la humedad en dependencia de las condiciones del ambiente en el que se encuentre; y es netamente negro, por lo que absorbe entre 90 y 98% la radiación solar, sin reflejarla posteriormente. El carbón es traído hasta una cancha de acopio en vehículos de volteo, ya sean camiones o cintas transportadoras, desde donde se descarga y se amontonan en pilas o bultos que llegan

alcanzar alturas de 2 a 2,5 metros, quedando expuesto directamente a la radiación solar, que es la principal fuente de energía primaria, prácticamente es inagotable, no contaminante, está territorialmente distribuida y su disponibilidad potencial es muy superior a las necesidades energéticas del hombre, de hecho, por cada metro cuadrado se recibe diariamente una cantidad de energía solar de 5 kWh, aproximadamente.

- 7) Mezclado de Carbones. Es un proceso auxiliar dentro de la preparación. Los procesos auxiliares pueden ayudar a completar la preparación global del carbón. Estos procesos auxiliares son: “Floculación”, que consiste en recuperar del agua los productos del lavado del carbón (polvo fino del carbón, $\leq 5 \mu\text{m}$) y otros productos mediante la actuación de ciertos elementos que los van a hacer precipitar, el “Desaguado”, que consiste en sacar parte del agua que tienen los carbones, debido a los procesos descritos anteriormente. Para ello se pasan por tamices con reja metálica. El tamaño debe estar entre 12-13 mm. Para tamaños menores se usan tolvas y centrifugados. Para tamaños más pequeños aún se usan filtros de vacío y filtros a presión; finalmente el “Mezclado”, que consiste mezclar varias clases de carbones con diferentes propiedades para que la mezcla resultante cumpla ciertos requisitos que pudieran ser demandados por el usuario final.
- **Transporte.** En labores subterráneas de pequeña minería, el transporte de materiales se realiza con carros manuales o equipos motorizados de bajo tonelaje (scoop, cargadores), trasladando la marina al exterior (cancha, botadero) o a un pique de traspaso. En lo referente al transporte del carbón, debemos distinguir dos tipos, el “transporte interior mina”, donde se deben utilizar carros confeccionados en madera de no más de 500 kilos de capacidad, los cuales deben desplazarse sobre rieles, sean de cintas de madera o rieles metálicos y el “transporte a Superficie”, utilizado cuando se trate de labores horizontales o con suave pendiente, donde el carro puede ser transportado manualmente, en el caso de labores inclinadas, la extracción debe realizarse por medio de huinches de combustión interna o eléctrica, los que deben estar ubicados en superficie; se hace presente que en pequeña minería, el uso de correas transportadoras se limita principalmente al movimiento de minerales en

pequeñas plantas de procesamiento, no obstante a lo anterior, en operaciones de extracción minera, se utilizan en algunas operaciones de la minería del carbón.

- **Acopios (centro de distribución).** Área o espacio físico donde se almacena el carbón extraído desde el interior de la mina y sobre el que descansan las pilas, el cual debe estar bien nivelado, ser firme, no contener grietas y estar bien drenado. Cuanto menor sea la altura de las pilas, tanto menor es el peligro de combustión; ya que el calor se disipa más fácilmente, el carbón no tiene tanta tendencia a deshacerse en tamaños menores y es más fácil evitar o retirar los focos de calentamiento, por otra parte, la cara de la pila que enfrenta el viento debe ser apisonada para evitar el paso del aire a través del carbón y evitar así focos de autocombustión. Algunas recomendaciones referentes al acopio son las siguientes: una carga de carbón demasiado húmeda, no debe apilarse con otra seca; preferiblemente el carbón no debe apilarse durante un tiempo muy caluroso ya que muchos auto incendios parecen proceder de este hecho; la inclinación o talud de las pilas debe ser de 5:1 o de 4:1; finalmente los patios de carbón por norma deberán contar con canales perimetrales de drenaje, tanques de neutralización y barreras vivas.
- **Destino Final.** La mayoría de la producción de carbón es utilizada en su país de origen, con alrededor del 16% de la producción de carbón duro siendo exportada; se espera que la producción global de carbón alcance 13.000 Mt/año en 2030, con China siendo el responsable de la mayoría de este aumento. La producción de carbón térmico está esperada en 5.200 Mt/año; el carbón de coque con 620 Mt/año; y el carbón marrón con 1.200 Mt/año. Las reservas de carbón están disponibles en casi todos los países del mundo con reservas recuperable en aproximadamente 70 países.

5.11. Fases de un proyecto minero

A continuación, se presenta una descripción conceptual de cada una de las fases genéricas asociados a un proyecto minero.

En el desarrollo de un proyecto minero existen tres fases típicas:

1. **Fase de planificación.** Llamada ocasionalmente fase de preinversión o de estudio.
2. **Fase de implementación.** También conocida como fase de inversión, o fase de diseño y construcción. Normalmente, incluye el período de desarrollo y preparación de la mina, y el aprovisionamiento para la planta de tratamiento hasta el punto de suministrar el material de alimentación necesario para comenzar la producción.
3. **Fase de producción.** También llamada fase operacional, y que incluye el arranque y puesta en marcha.

Seguidamente, se comentan algunos aspectos de interés de cada una de esas fases.

Fase de planificación:

De las tres fases típicas de desarrollo de un proyecto, la fase de planificación ofrece las mayores oportunidades para reducir los costes de capital y de operación del propio proyecto final, mientras se maximiza la operatividad y rentabilidad de la inversión, pero también es cierto que ninguna otra fase contiene mayor potencialidad frente al fracaso técnico o económico en el desarrollo del proyecto.

Durante la fase de planificación, se llevan, normalmente, a cabo tres tipos de estudios:

A. Estudio Conceptual. También conocido como estudio de oportunidad o estimación de orden de magnitud. Un estudio conceptual representa la transformación de una idea de proyecto en una amplia proposición de inversión, mediante el empleo de métodos comparativos, definición de alcances y técnicas de estimación de costes que permiten identificar las oportunidades potenciales de inversión. Generalmente, los costes de capital y

de operación se estiman de manera aproximada a partir de datos históricos. Se intenta primeramente esclarecer los aspectos principales de la inversión de un posible proyecto de explotación.

B. Estudio de Prefactibilidad. También denominado estudio preliminar. Un estudio de prefactibilidad es un ejercicio de nivel intermedio, que normalmente no es adecuado para tomar una decisión de inversión. Tiene los objetivos de determinar si la idea de proyecto justifica un análisis detallado para un estudio de viabilidad, y si algunos aspectos del proyecto son críticos en su consecución y necesitan una investigación en profundidad por medio de estudios complementarios o de apoyo.

Un estudio de prefactibilidad debe considerarse como una etapa intermedia entre un estudio conceptual, relativamente barato, y un estudio de viabilidad, más costoso.

C. Estudio de Factibilidad. Proporciona una base técnica, económica y comercial para una decisión de inversión. Se usan procedimientos y técnicas iterativas para optimizar todos los elementos críticos del proyecto, se define la capacidad de producción, la tecnología, las inversiones y los costes de producción, los ingresos y la rentabilidad del capital desembolsado; normalmente, se define inequívocamente el alcance de los trabajos y sirve como un documento base para el progreso del proyecto en fases posteriores.

El estudio de factibilidad debe contener una descripción del proceso de optimización aplicado, una justificación de las hipótesis y soluciones escogidas, y una definición del alcance del proyecto como suma de los factores parciales seleccionados. En el supuesto de que el proyecto no sea viable en todas las posibles variantes estudiadas la conclusión del estudio será la no viabilidad del proyecto.

Fase de implementación:

La fase de implementación de un proyecto comprende dos etapas:

A. Diseño y construcción. Incluye la ingeniería básica y de detalle, la compra de materiales y equipos y las actividades de construcción y montaje. Esta materialización supone iniciar la etapa económicamente más costosa y en consecuencia, la más irreversible. Cualquier error o defecto en las fases de ingeniería básica o de detalle se pueden corregir con un cierto coste, pero los errores o malos planteamientos, una vez materializados, son muy difíciles de remediar sin incurrir en gastos muy altos.

B. Arranque y pruebas. Consiste en la operación de prueba de los componentes individuales de los equipos y sistemas, en vacío o sin materias primas en la línea de proceso, y con vistas a asegurarse del correcto funcionamiento de los mismos. Las exigencias de esta etapa, frecuentemente es una subetapa dentro del período de construcción, y los costes asociados con ella son, muchas veces, subestimados en la evaluación de los recursos necesarios del proyecto. Durante esta etapa de trabajo, la custodia y el control de las instalaciones se transfiere del constructor contratista al operador propietario. Esta etapa hace de puente entre la terminación de las instalaciones y la verdadera puesta en marcha y actividades propias de ella.

Fase de producción:

En la fase de producción se pueden distinguir dos etapas:

A. Puesta en marcha. Comienza en el momento en el que se alimenta a la planta con mineral con el objetivo de transformarlo en un producto vendible. Las instalaciones se ponen en marcha en su totalidad, a veces en circuitos cerrados, tan largos como sea posible. Las pruebas pueden durar varias semanas y durante ellas se intenta llevar a los distintos equipos a sus condiciones normales de operación, a fin de poder observar su comportamiento y el del resto de la instrumentación. No obstante, si se ponen de manifiesto pequeñas deficiencias, éstas se corregirán en la etapa siguiente.

La puesta en marcha finaliza, normalmente, cuando se ha demostrado que el proyecto es operativo y se obtiene la cantidad y calidad del producto final previstas.

B. Puesta en operación. La puesta en operación supone introducir en las plantas, el mineral correspondiente y seguir su tratamiento hasta la obtención del producto o productos finales.

5.12. Diagnóstico de la actividad minera en la Región del Bio Bío

Factores como un menor costo del carbón importado y una demanda a la baja por parte de la industria explican el declive de la actividad carbonífera en la Región del Bio Bío, lo que llevó por ejemplo a que en abril de 1997 el Directorio de la Empresa Nacional del Carbón decidiera el cierre definitivo del yacimiento de Lota.

Casi 17 años después la minería del carbón afronta una nueva realidad. Según datos de la Secretaría Regional Ministerial de Minería de la Región del Bio Bío, en 2013 se produjeron 120.000 toneladas de carbón en la Provincia de Arauco, perteneciente a la Cuenca del Carbón, posibilitándose la generación de aproximadamente 1.000 empleos directos por la actividad minera carbonífera. Con el objetivo de apoyar a este segmento, se han llevado a cabo acciones como el Plan Carbón 2.0., que desde 2010 ha considerado una serie de acciones en regularización de faenas, seguridad, capacitación y emprendimiento, entre otros. Según datos de la Seremía de Minería, entre 2010 e inicios de 2014 se invirtieron alrededor de \$900 millones en minería artesanal en la Cuenca del Carbón en la Provincia de Arauco, en iniciativas de seguridad, capacitación y entrega de maquinaria, principalmente. Además, en 2010 se aprobó un proyecto del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), gracias al cual se consiguieron recursos por \$1.021 millones hasta 2014, para cubrir necesidades de regularización y seguridad. Previamente más del 90% de las pertenencias mineras eran irregulares y no contaban con los estándares de seguridad necesarios, mientras en los últimos cuatro años se ha logrado regularizar 26 pertenencias mineras de un total de 40.

Este respaldo técnico se ha visto acompañado por el asesoramiento comercial entregado a los productores. Entre 2010 e inicios de 2014 la Seremía de Minería de la Región del Bio Bío participó de las gestiones para lograr la venta de un total de 70.000 toneladas de carbón fino, de las cuales, 60.000 toneladas fueron adquiridas por Endesa entre 2010 y 2012, mientras la empresa Iansa compró 9.500 toneladas en 2013. A esto se sumó en 2012 un acuerdo entre la

Asociación de Productores de Carbón de Curanilahue y la Empresa Estatal Carbonífera Victoria de Lebu (Carvile), para el traspaso de terrenos que antes estaban en poder de la carbonífera, permitiéndoles trabajar por un plazo estimado de 30 años.

Un foco de especial preocupación para el desarrollo económico de la región son las limitaciones observadas en el plano energético. En este sentido, la carencia de una política pública regional de energía, acorde con la demanda del sector productivo y humano, impone limitaciones al desarrollo de inversiones productivas futuras, que fortalezcan el tejido productivo regional. Algo similar se da en el plano de los recursos hídricos, donde se requiere mejorar su utilización, de manera de hacerlos e clientes incrementando su potencial de explotación sostenible en el plano productivo y humano.

CAPITULO VI

6. SITUACION ACTUAL MINA BUEN RETIRO

6.1. Ubicación del Proyecto

Geográficamente la mina Buen Retiro, se encuentra en ejecución en la comuna de Coronel, específicamente en las coordenadas geográficas Latitud: $-36^{\circ}59'50.69''$ y Longitud: $-73^{\circ}11'12.17''$

6-1. Mapa ubicación de la Mina Buen Retiro



Fuente: Google Earth

6.2. Definición de los productos

la Mina Buen Retiro inicia sus Operaciones en el año 2004, con una Inversión para recuperar y poner en servicio el Pique ya existente de \$200.000.000, con una dotación en un principio de 10 Mineros y 1 Supervisor.

Al año siguiente del inicio de sus operaciones, el 2005 comienza la extracción propiamente tal del carbón bituminoso con una producción de 20 Toneladas diarias, logrando su nivel óptimo el año 2006 con una producción de 960 Toneladas mensuales promedio, producción que se ha mantenido a la fecha.

La mina Buen Retiro, en lo que respecta a sus procesos de producción, ofrece carbón destinado a la generación de vapor para la industria pesquera, la cual mantiene una fuerte presencia en la región y para la agroindustria, siendo unos de sus principales clientes la empresa IANSA y diversas empresas conserveras del sur del país; en lo que respecta al carbón destinado a recursos energéticos como producto final, en la actualidad su principal cliente es la empresa ENDESA, hoy llamada hoy llamada Enel Generación Chile, con sus Centrales Térmicas Bocamina y Bocamina II, las cuales utilizan carbón como insumo energético; finalmente, también destina carbón para usos no energéticos, específicamente como carbón Activado, sanitarias y también para la Gran Minería.

6.3. Planta de proceso

La planta de procesos utilizada por la empresa Cocke Car Ltda., corresponde a un servicio tercerizado, es decir, la citada empresa minera no cuenta con una planta de procesos y tal cometido es realizado por una empresa externa, la cual le significa a la empresa, un costo asociado de \$ 8.000/ Ton.; por tanto, si su producción mensual es de aproximadamente 1.000 toneladas, le significa un costo de \$8.000.000 mensuales en procesar su producto.

6.4. Cargador

En la empresa operan con dos cargadores frontales de 1,5 toneladas de capacidad, los cuales cumplen la función de acopiar y cargar los camiones, estos cargadores cuentan con una capacidad del balde de 0.6 m³.

6.5. Transporte

La empresa hasta la fecha cuenta con una flota de 5 camiones tolvas con una capacidad de 30 toneladas, los cuales son utilizados para el transporte del carbón hasta las cachas de acopio de sus clientes.

6.6. Despacho de productos

Los productos que son solicitados por los clientes se encuentran acopiados al lado de la planta de procesos, por lo que su despacho se hace relativamente fácil y accesible. Así como los clientes pueden llevar su propio medio de transporte, la empresa brinda un servicio de transporte a quienes lo soliciten, para lo cual es necesario pasar a la sala de ventas y solicitar un comprobante de retiro de material, donde se especifica la cantidad de material a retirar, para posteriormente dirigirse al punto de carga.

6.7. Mercado

El mercado de los productos de la mina Buen Retiro, básicamente se encuentra centrado en la VIII Región del Bio Bío, y satisface las necesidades energéticas de diversas empresas que se desenvuelven en distintas industrias, no obstante a ello, también cuenta con clientes fuera de la región, especialmente empresas de la industria conservera, ubicadas en el sur del país.

CAPITULO VII

7. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

7.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto tiene por finalidad, aprovechando la presencia de diversas empresas del sector agroindustrial, pesquero y sobre todo energético en la región del Bio Bío y especialmente en la provincia de Concepción, que requieren una importante fuente energética como lo es el carbón mineral, evaluar técnica y económicamente el aumento de su actual producción de carbón, que en la actualidad asciende a 1.000 toneladas mensuales a 2.000 toneladas mensuales, en la mina Buen Retiro de la Empresa Cocker Car Ltda., de Coronel, con la finalidad de tomar decisiones importantes en materia de inversión y proyectar rentabilidades positivas a futuro.

7.2. Ubicación del Proyecto

Geográficamente el proyecto se llevará a cabo donde actualmente se encuentra en operaciones la mina Buen Retiro, la entrada del Chiflón que conectará con los puntos de extracción está a 200 metros del actual Pique de entrada a la mina en dirección Sur-Oeste.

7.3. Aplicación:

Todos los yacimientos mineros requieren un modelo específico de excavaciones de preparación, que se disponen en una fase separada, antes de la producción del mineral. Esta fase se efectúa en conexión con el método de explotación seleccionado.

Existen componentes básicos de excavación de roca para la producción eficiente de un yacimiento mineralizado, y está dado por:

- Accesos
- Preparación de la mina
- Métodos de Explotación

Los accesos son labores mineras que abren el camino desde la superficie al cuerpo mineralizado para su explotación.

La preparación se define como una red cuidadosamente planificada de desarrollos mineros como galerías, socavones, piques, chimeneas, rampas, o toda forma básica de excavación de rocas. La preparación está íntimamente conectada con los métodos de explotación y define la infraestructura de la mina.

Los métodos de explotación son la forma o el sistema asociado a la explotación del yacimiento, y dependerá de factores relacionados con la naturaleza del depósito mineralizado, y de consideraciones técnico económicas, siendo las principales: potencia del yacimiento, Forma y extensión del cuerpo, distribución de la mineralización, propiedades geomecánicas, disposiciones generales, situación geográfica, etc.

7.4. Accesos a la mina Buen Retiro:

Para yacimientos de poca profundidad que hayan de explotarse por minería subterránea, y para yacimientos de profundidad media (500 m), se prefiere realizar planos inclinados en vez de pozos para el acceso principal al yacimiento debido a su menor costo de inversión, menor tiempo de construcción y menores costos de mantenimiento y de seguridad. Como se necesita un mínimo de dos accesos a las labores, el plano inclinado se utiliza como entrada de ventilación y se perfora y construye un segundo plano inclinado destinado a la ventilación para el retorno del aire.

El plano inclinado servirá de entrada a todos los servicios de mina, por lo que su sección se diseñará de acuerdo con la sección de cada uno de los que se instalen, procurando que las tuberías y mangueras se pongan del lado de la cuneta. El piso o muro del plano inclinado se realizará lo más plano posible y se hormigonará en caso necesario. Los tramos que atraviesen niveles de agua se impermeabilizarán y se fortificará con los medios adecuados los tramos sujetos a debilidad del techo o a deformación del perfil del plano inclinado.

La ejecución del plano inclinado es más rápida que la del pozo vertical y puede realizarse con el personal de la propia mina ya que se diferencia poco de la perforación de galerías.

La entrada al plano desde el exterior se eleva con respecto a la cota del terreno con el fin de evitar entradas de agua, y es ejecuta en hormigón con el fin de sujetar bien las tierras de ladera, si es el caso.

La ejecución de los planos inclinados puede hacerse con métodos mineros similares a los utilizados para la perforación de galerías, aunque ofrece alguna dificultad suplementaria debido a la pendiente del piso. En rocas cuya resistencia a compresión no excede de 110 MPa se pueden emplear minadores continuos para el arranque y carga de la roca debido a la alta velocidad de avance que dan a la obra. En rocas de mayor dureza se empleará el sistema tradicional de perforación y voladura.

En el caso del minador continuo se da al techo forma abovedada y se mantiene la dirección de arranque mediante un láser. El polvo se controla con ventilación y con aspersion de agua. El techo se sostiene con cuadro metálico o con bulones. El escombros se evacua mediante cinta transportadora que habitualmente se cuelga del techo para dejar espacio suficiente para los vehículos. Si el avance se hace por perforación y voladura se empleará un jumbo apropiado, una cargadora de roca dura, un transportador blindado con un molino rompedor incorporado para poder verter en cinta transportadora, una máquina elevadora de una celda de hombre para el saneo del techo y una máquina de gunitar para sostener los paramentos y evitar desprendimientos de piedras.

El acceso a la Mina Buen Retiro, se materializará con la construcción de un plano inclinado distante a 200 metros del actual, mediante un avance por perforación o tronadura, realizado en forma manual por el mismo personal de la mina Buen Retiro, y contempla la construcción de un acceso de una longitud de 120 metros, con una pendiente de inclinación de hasta 20 grados, cuyas dimensiones serán de 3 metros de alto por 3 metros de ancho, como asimismo, un segundo acceso, que permita brindar la ventilación adecuada a la mina, de esta forma, se contará con una vía de ventilación (salida del aire) y de emergencia ante cualquier eventualidad que se pueda generar en el desarrollo de sus operaciones, en total 240 metros longitudinales, equivalentes a 2.160 metros cúbicos de material a extraer, con la correspondiente fortificación en madera, con separación de pilares cada un metro, dando

cumplimiento a los requerimientos técnicos y legales estipulados en el Reglamento de Seguridad Minera, en su artículo 79º, el que señala: “En toda mina en explotación deberán existir, a lo menos, dos labores principales de comunicación con la superficie, ya sean piques, chiflones o socavones, de manera que la interrupción de una de ellas no afecte el tránsito expedito por la otra. Las labores en servicio activo de la mina deberán, a su vez, tener una comunicación expedita con las labores principales de comunicación a la superficie, las que se mantendrán siempre en buen estado de conservación y salubridad. Las referidas labores principales de comunicación con la superficie, deberán tener los elementos necesarios para la fácil circulación de las personas, en tal forma que, en caso de emergencia, éstas no tengan necesidad de adaptar equipos especiales de izamiento o de movilización para salir a la superficie”.

7.5. Preparación de la mina

Una vez construidos los accesos a la mina desde la superficie, se prepara una planta abriendo una red de galerías que delimitan en la misma una serie de secciones, a cada una de las cuales corresponde un punto de carga.

Estas explotaciones consisten en labores que abren espacios libres en los que tienen salida las voladuras, hasta ampliar la explotación a las dimensiones de trabajo normal. El mineral se vuela de forma continua, cae al fondo y allí se carga directamente.

Las explotaciones se realizarán según las características de las rocas de los hastiales y del propio mineral. Se pueden dejar macizos para proteger las galerías y chimeneas, o para separar las cámaras y huecos de las explotaciones, según el método empleado. El macizo de la galería se deja horizontalmente a lo largo de la misma y sobre ella, o alrededor de ella si la potencia del criadero es mayor que la sección, para protegerla y dejar espacio donde montar los cargaderos (sino se prescinde de ellos, en el método de tajo largo, que es nuestro caso particular, es de preparación simple y tiene la ventaja de proporcionar una cuyo caso se suprime este macizo). También para proteger la galería de cabeza y las explotaciones que están sobre ella, se deja un macizo de protección inferior horizontal por debajo y a lo largo

de la misma; en muchos casos se recuperan estos macizos al abandonar la galería, lo que suele hacerse por cualquiera de los métodos de "mallas cúbicas", o "rebanadas rellenas" en caso de minerales resistentes; si el mineral es débil, se vuelan los macizos en masa o se hunden sobre el hueco de la explotación inferior.

A medida que se avanza en la construcción de las galerías, se debe ir fortificando, acción que consiste en recubrir o reforzar el entorno de una labor subterránea, mediante algún elemento de sustento, tales como marcos, mallas, pernos, shotcrete, o una combinación de estos elementos; esta actividad que constituye una importante contribución a la seguridad en labores subterráneas, por lo tanto, su ejecución debe ser cuidadosa y realizada responsablemente, toda vez que el éxito del sistema y la seguridad de los trabajadores, depende de que el trabajo de fortificación esté bien hecho.

De acuerdo a la Guía Metodológica para Sistemas de Fortificación y Acuñaadura del Servicio Nacional de Geología y Minería, Sernageomin, existen dos tipos de fortificaciones. En primer lugar están las rígidas que corresponden a las que sostienen sin permitir ningún movimiento de la roca y deben ser resistentes para sujetar los bloques que puedan caer y en la actualidad, solo se usan en las bocas de las minas o sectores donde, por razones tectónicas, de mala calidad de la roca o explotaciones hundidas antiguas, se ha perdido totalmente las propiedades resistentes de la roca, siendo los sistemas más usados para estas fortificaciones, los marcos de madera o acero, en tanto que el segundo tipo de fortificación, son las flexibles, que permiten deformaciones de la roca, puesto que se alivian los esfuerzos y al deformarse mejoran sus propiedades resistentes.

Por lo general, este proceso se realiza en galerías, chimeneas, preparación y hundimiento, caserones (temporal), zanjas (temporal), lugares de acopio de mineral o materiales, entre otros.

En el caso particular de la mina Buen Retiro, se construirán 788 metros lineales de galerías de 3x3, las que estarán conectadas con el pique de acceso a la mina, formando una figura similar a una “U, para finalizar comunicándose con el pique de salida; la citada labor de construcción de galerías para la preparación de la explotación, significa una extracción de material, equivalentes a 7.092 metros cúbicos y se fortificara con madera de eucaliptus, con una separación de 1 metro.

7.6. Método de explotación

El método Long Wall o de tajo largo, es de preparación simple y tiene la ventaja de proporcionar una producción continua con la posibilidad de una mecanización completa, lo cual mejora la productividad, la seguridad y la salud del personal. La ventilación es buena y el personal trabaja en el frente siempre bajo los escudos de sostenimiento por lo que este método es incluso más seguro que el de cámaras y pilares. Como además este método incluye el hundimiento total del minado, la recuperación de carbón es mayor y la subsidencia relativamente uniforme y completa.

La profundidad de trabajo de este método se sitúa entre los 60 y los 850 m y se aplica a capas de carbón entre 1 y 4 m de potencia.

Las entradas al cuartel o panel son las de cabeza y cola. La entrada de cabeza se usa para la entrada de ventilación, el transporte del carbón, la entrada del personal y de los suministros, mientras que la entrada de cola se emplea para el retorno del aire.

En el presente proyecto de la mina Buen Retiro, se plantea un horizonte de evaluación a 5 años, donde se contempla una explotación mediante el sistema de “Short Wall en retroceso”, que es una variante del tajo largo, el cual es más versátil y fácil de trasladar que el Long Wall, requiere sólo 1/3 o 1/4 de la inversión del tajo largo y presenta un mejor sistema de ventilación y control de polvo. El proyecto contempla una producción de 42 toneladas diarias por 25 días hábiles mensuales, lo que equivale a 1.050 toneladas mensuales, lo anterior calculado sobre la base de que, para alcanzar la producción de 1.000 ton/mensuales, se

requiere producir en un plazo de 25 días hábiles, 40 toneladas diarias, considerando que 1 barretero avanza 6 metros diarios, para alcanzar a producir esa cantidad, se necesitan 7 barreteros por turno ($7 \text{ barreteros} \times 6 \text{ m diarios} = 42$), por tanto y teniendo en consideración que la densidad del carbón es de 1 Ton / M3 In Situ, se estima que el manto a explotar tiene una superficie de 210 m x 286 m x 1 m, equivalente a 60.060 toneladas a extraer en un periodo de 5 años ($12.000 \text{ ton/año} \times 5 \text{ años}$), superficie que fue subdividida en 5 paños de 42 m x 286 m cada uno (1 paño de explotación anual).

El carbón arrancado del frente, mediante perforación manual, será transferido a un Panzer, que permitirá la descarga en los carros transportadores de evacuación, dispuestos en la galería de acceso (total 6), los que serán subidos a la superficie por el pique de acceso, mediante la utilización de un winche, para luego ser acopiado en el exterior, donde será cargado en camiones y trasladado hasta la planta procesadora. (Ver Anexos 1, 2 y 3).

CAPITULO VIII

8. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL PROYECTO

8.1. Estudio Técnico-Económico del Proyecto

El estudio técnico tiene por finalidad determinar el modo y los recursos con los que se llevará a cabo la producción, pasando por el espacio físico que se destinará a dicho fin, las mejores opciones para conseguir la materia prima, las maquinarias, los métodos de trabajo y el perfil ideal de los empleados a quienes se asignará esta etapa; pero no hay que olvidar el presupuesto, dado que para llegar a una decisión con respecto a cada uno de los puntos recién expuestos es necesario evaluar el inevitable impacto económico del proyecto, por tanto, el presente estudio, se encargará de analizar la viabilidad del proyecto y decidir si se ejecuta o no, de esta forma, se puede evitar pérdidas considerables.

Para lo anterior, se debe tener en consideración que el precio de venta medio del carbón puesto en planta es de \$70.000 por tonelada; es decir, se espera obtener un ingreso de \$70.000.000 mensuales y un ingreso anual de \$840.000.000.

8.1.1. Galerías inclinadas de acceso y salida de aire

En lo que respecta a la inversión para la construcción de las galerías inclinadas de acceso principal y de salida de aire, se debe tener en consideración que se realizará con recursos propios de la empresa (Recurso Humano y logístico), por tanto, se considerará en éste rubro, sólo la inversión que se debe realizar en insumos para la Perforación y Tronadura, como asimismo, insumos para el carguío y transporte, donde el costo promedio por metro del avance manual, asciende a \$500.000 (U\$765 x metro de avance promedio, calculado a los 60 metros de excavación); de lo anterior se desprenden los siguientes costos:

8-1. Costos construcción de galerías inclinadas.

	Metros	Costo Prom.	Total
Galería inclinada acceso Principal	120	\$500.000	\$60.000.000
Galería inclinada salida aire/emerg.	120	\$500.000	\$60.000.000
Total			\$120.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8.1.2. Galerías de Preparación de explotación

Al igual que en la construcción de lo, la construcción de las galerías de preparación para la explotación, serán ejecutados con recursos propios de la empresa (Recurso Humano y logístico), por tanto, se considerará en éste rubro, sólo la inversión que se debe realizar en insumos para la Perforación y Tronadura, como asimismo, insumos para el carguío y transporte, donde el costo promedio por metro del avance manual, asciende a \$500.000 (U\$765 x metro de avance promedio); de lo anterior se desprenden los siguientes costos asociados:

8-2. Costos construcción de galerías de explotación.

	Metros	Costo Prom.	Total
Galería lateral (Ingreso)	289	\$500.000	\$144.500.000
Galería lateral (salida aire/emergencia)	289	\$500.000	\$144.500.000
Galería Frente extracción	210	\$500.000	\$105.000.000
Total			\$249.500.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8.1.3. Maquinarias y equipos para la explotación

- Perforadora manual completa: Es el sistema de perforación más convencional, utilizado en labores puntuales y obras de pequeña escala debido principalmente a la facilidad en la instalación de la perforadora y a los requerimientos mínimos de energía para funcionar (un compresor portátil), esto permite realizar perforaciones en zonas de difícil acceso sin que sea necesario personal muy experimentado para la operación y mantención de las perforadoras, lo que significa un menor costo por metro perforado. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado la utilización de 3 perforadoras completas, los cuales tienen un costo unitario de \$1.500.000 aproximadamente.

8-3. Costos adquisición Perforadores completos.

	Cantidad	Costo Prom.	Total
Perforadores completos	3	\$1.500.000	\$4.500.000
Total			\$4.500.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Postes Dowty: En minas de mantos donde se usa métodos por hundimiento se utilizan fortificaciones móviles, los más conocidos son los escudos, pilas y postes Dowty, que avanzan con la explotación permitiendo el hundimiento del estéril atrás. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado la utilización de postes Dowty en el frente, utilizando 2 cada un metro (210 metros), por tanto, se requiere un total de 420 postes Dowty, los cuales tienen un costo unitario de \$250.000 aproximadamente.

8-4. Costos adquisición Postes Dowty.

	Cantidad	Costo Prom.	Total
Postes Dowty	420	\$250.000	\$105.000.000
Total			\$105.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Panzer: También denominado Transportador Blindado, es una máquina de transporte continuo muy robusta por su construcción metálica, donde el material se desliza sobre un canal arrastrado por láminas perpendiculares unidas por cadenas e impulsadas por una cabeza tractora por medio de un tambor; tiene la particularidad de resistir bien la humedad y resistir los golpes y se adapta a pendientes mayores que las cintas, pero es poco adecuado para grandes tramos y soporta muy mal los cambios de dirección. Los hay de diversos tipos dependiendo de la disposición de las cadenas de arrastre, pero los más comúnmente utilizados son los de cadena central (single center chain strand SCS) y los de cadena doble en los laterales (double outboard chain strand DOCS). En los DOCS las cadenas de arrastre son de 30 a 34 mm y los SCS son de 38 a 42 mm. El ancho de los transportadores modernos de tajo largo está entre 945 y 1000 mm. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado la utilización de un Panzer de 42 metros de largo por 0,6 metro de ancho, considerando que el manto fue subdividido en 5 frentes de 42 metros, por tanto, el Panzer cuenta con la longitud del frente diario, siendo instalado por un periodo de 5 días aprox, para luego ser removido al siguiente frente por el mismo periodo de tiempo y así sucesivamente, de esta forma, permite optimizar los tiempos y avanzar 5 metros mensuales en todo el frente (210 metros), logrando la extracción promedio de 42 toneladas requeridas para el presente proyecto. El citado equipo tiene costo unitario de \$12.000.000 aproximadamente.

8-5. Costos adquisición Panzer.

	Cantidad	Costo Prom.	Total
Panzer	1	\$12.000.000	\$12.000.000
Total			\$12.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Carros de transporte de mineral: Los carros o vagones son vehículos destinados a la carga de diversos elementos y materiales. Esos vagones se apoyan a su vez en unos elementos denominados “bogíes” que están compuestos por un chasis o armazón que aloja dos ejes para el transporte de estéril y de mineral, son ampliamente utilizados en la pequeña minería, puesto que cumplen un papel fundamental, toda vez que permiten extraer el mineral desde el frente de extracción hasta la superficie, donde es posible apilar el cuerpo mineralizado. El vagón es montado sobre una vía de rieles y es recogido mediante la utilización de un winche, solución efectiva y económica para satisfacer los requerimientos de la pequeña y mediana mineral. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado la utilización de 10 carros de 500 kg, los que permitirán extraer desde el interior de la mina, en forma simultánea, un total de 5 toneladas, por tanto, en un turno de 8 horas, se podrán realizar 3 ascensos a superficie con la totalidad de los carros, para satisfacer la demanda que el proyecto requiere. El citado equipo tiene costo unitario de \$1.600.000 aproximadamente.

▪

8-6. Costos adquisición Carros de arrastre.

	Cantidad	Costo Prom.	Total
Carros de transporte material	10	\$1.600.000	\$16.000.000
Total			\$16.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Rieles para carros de transporte: La aplicación principal del transporte sobre rieles es llevar la mena de los lugares de producción al punto de recolección como echaderos o tolvas de la concentradora, también se utiliza para el movimiento de personal y materiales; las razones principales por las que se opta por un transporte sobre rieles es su capacidad de mover grandes toneladas, grandes distancias, flexibilidad, seguridad, confiabilidad y bajos costos de

operación. Para el desarrollo del presente proyecto, se requiere para el desplazamiento de los carros de transporte del carbón extraído del frente, un total de 120 metros de vía a instalar en el pique de acceso principal, sumado a los 286 metros de vía a instalar en la galería de acceso principal (Lateral al frente de explotación) y 168 metros de vía a instalar en forma progresiva a medida que se vaya avanzando en el frente de explotación. El metro de vía completa, incluyendo pernos, durmientes, lubricación, etc., tiene un costo por metro de \$70.000 aproximadamente.

8-7. Costos adquisición vías o rieles.

	Metros	Costo Prom.	Total
Vía galería inclinada principal	120	\$70.000	\$8.400.000
Vía galería explotación principal	286	\$70.000	\$20.020.000
Vía frente explotación	168	\$70.000	\$11.760.000
Total			\$40.180.000

Fuente: Mina Buen Retiro

- Winche: El Winche de izaje, es una maquinaria utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga; es utilizado también para bajar e izar personal del interior de la mina; siempre que cumpla con exigencias mínimas de seguridad. En otras palabras, el sistema de izaje a través de los Piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios; para el arrastre de mineral, se utilizan los winches de rastrillaje. Equipos similares de izaje son los elevadores eléctricos de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes-grúa y teclees. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado la utilización de 1 winche, el cual tiene por finalidad poder extraer desde el interior de la mina a la superficie, los carros con carga de carbón. El citado equipo tiene costo unitario de \$15.000.000 aproximadamente.

8-8. Costos adquisición Winche.

	Cantidad	Costo Prom.	Total
Winche	1	\$15.000.000	\$15.000.000
Total			\$15.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Ventilador: Los ventiladores por su costo son uno de los principales activos del sistema de ventilación, es importante mantenerlos en buenas condiciones con el fin de garantizar su vida útil. Adicionalmente tienen un impacto directo en el consumo de energía de la mina, mantenerlos en el punto de operación óptimo reduce proporcionalmente el consumo de energía; se debe evitar la instalación de ventiladores en serie separados entre mangas, ya que se genera una succión y el correspondiente bloqueo de los ventiladores, incrementando el ruido, el consumo de energía y las posibilidades de disminuir su vida útil. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado la utilización de 1 ventilador, el cual tiene por finalidad poder satisfacer las demandas de aire que el proyecto requiere. El citado equipo tiene costo unitario de \$6.000.000 aproximadamente, valor al cual hay que sumarle el costo correspondiente a mangas, pernos, soportes, etc., el cual ascendería a la suma de \$4.000.000 aproximadamente.

8-9. Costos adquisición ventilador y mangas.

	Cantidad	Costo Prom.	Total
Ventilador Mina	1	\$6.000.000	\$6.000.000
Mangas y otros	varios	\$4.000.000	\$4.000.000
Total			\$10.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Capital de Trabajo: Corresponden a aquellos recursos que requiere la empresa para poder operar y es lo que comúnmente se conoce como activo corriente; la empresa para poder operar, requiere de recursos para poder cubrir las necesidades de insumos, materia prima, mano de obra, reposición de activos fijos, etc. Estos recursos deben estar disponibles a corto plazo para cubrir las necesidades de las empresas a tiempo. Para el desarrollo del presente proyecto, se tiene considerado como capital de trabajo, el equivalente a 3 meses de costos de operación del presente proyecto.

8-10. Costos asociados a Capital de Trabajo.

	Cantidad meses	Costo Prom. mensual	Total
Costos de Operación	3	\$12.400.000	\$37.200.000
Total			\$37.200.000

Fuente: Mina Buen Retiro

▪ Otros: Corresponden a aquellos recursos que monetarios que la empresa requiere mantener disponibles, para satisfacer requerimientos que puedan suscitarse repentinamente y que no hayan sido considerados en el presente proyecto, tales como fallas en los equipos, necesidades de repuestos y/o insumos, pagos de servicios a terceros, etc. Para el desarrollo del presente proyecto y con la finalidad de contar con recursos en forma oportuna y no entorpecer las labores de preparación y/o explotación, se considera el 10% de la totalidad de los costos correspondientes a las maquinarias y equipos utilizados en el presente proyecto, cuyo monto asciende a la suma de \$440.880.000.

8-11. Costos asociados a otros imprevistos.

	Porcentaje %	Costo total operaciones	Total
Otros	10	\$440.880.000	\$44.088.000
Total			\$44.088.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8.1.4. Costos de Operación

Corresponden a aquellos costos recurrentes, normales y habituales de operación de los equipos, haciendo presente que esto no incluye el costo de capital. Los costos de operación se incurren por todo el equipo a menos que el equipo no tenga ningún costo para operar. Para el presente proyecto, se consideran como costos de operación, los salarios que deben ser pagados a la mano de obra que desarrollará el proyecto y aquellos costos necesarios asociados a los insumos para la ejecución de las operaciones; de lo anterior se desprenden los siguientes costos asociados:

▪ Mano de Obra: Corresponden a los salarios de obreros u operarios, de los cuales identificaremos 3 grupos: el primero de ellos asociados a funciones de perforación; el segundo grupo vinculados a las funciones de tronadura y un tercer equipo, quienes cumplen diversas funciones en el desarrollo de la explotación minera. Se hace presente que los tres grupos congregan un total de 19 trabajadores, quienes cumplen un turno de 8 horas; por tanto, se requiere para el presente proyecto, cumplir con tres turnos diarios de 8 horas cada uno y un total de 57 trabajadores como mínimo. De lo anterior se obtienen los siguientes resultados:

8-12. Costos asociados a Mano de Obra.

Costos mano de obra Perforación x turno			
CARGO	Cantidad	Sueldo Mensual	Sueldo Anual
Barretero	7	\$800.000	\$67.200.000
Apies	2	\$400.000	\$9.600.000
Perforador	1	\$500.000	\$6.000.000
Total Anual			\$82.800.000
Total Anual x 3 Turnos			\$248.400.000

Costos mano de obra Tronadura x turno			
CARGO	Cantidad	Sueldo Mensual	Sueldo Anual
Apies	2	\$400.000	\$9.600.000
Disparador	1	\$500.000	\$6.000.000
Total Anual			\$15.600.000
Total Anual x 3 Turnos			\$46.800.000

Costos Operaciones varias x turno			
CARGO	Cantidad	Sueldo Mensual	Sueldo Anual
Winchero	1	\$400.000	\$4.800.000
Descargadores Superficie	2	\$400.000	\$9.600.000
Encargados Ventilación	2	\$400.000	\$9.600.000
Recepcionista Panzer	1	\$500.000	\$6.000.000
Total Anual			\$30.000.000
Total Anual x 3 Turnos			\$90.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

- Insumos para Operaciones de Carguío y Transporte: Corresponden a aquellos montos asociados a operativizar los equipos de transporte y carguío, tales como insumo, energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos, materiales y repuestos para estos fines; finalmente se considera un 20% del total de los costos asociados y ya descritos precedentemente, conforme al siguiente detalle:

8-13. Costos asociados a Operación Carguío y Transporte.

Costos Operación Carguío y Transporte		
ITEM	Costo Mensual	Costo Anual
Insumos	\$400.000	\$4.800.000
Energía Eléctrica	\$3.000.000	\$36.000.000
Materiales y Repuestos	\$600.000	\$7.200.000
Otros (20%)	\$800.000	\$9.600.000
Total Anual		\$50.400.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8-14. Costos totales operaciones unitarias y varios.

Perforación + Tronadura + Carguío y Transporte + Varios	
Perforación	\$248.400.000
Tronadura	\$46.800.000
Carguío y Transporte	\$50.400.000
Operaciones varias	\$90.000.000
Total	\$435.600.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8.1.5. Costos de Procesamiento

La planta de procesos utilizada por la empresa Cocke Car Ltda., corresponde a un servicio tercerizado, es decir, la citada empresa minera no cuenta con personal para operar su planta de procesos y tal cometido es realizado por una empresa externa, la cual le significa a la empresa, un costo asociado de \$ 8.000 por tonelada.

8-15. Costos de Procesamiento.

Costos de Procesamiento				
ITEM	Costo Tonelada	Cantidad Toneladas	Total Mensual	Total Anual
Procesamiento	\$8.000	\$1.000	\$8.000.000	\$96.000.000
Total Anual				\$96.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8.1.6. Costos de Administración y Ventas

Expresión usada en el contexto de la administración, organización de la Empresa, negocios y gestión, que incluye gastos de ventas tales como remuneraciones y Comisiones pagadas al personal de ventas, propaganda, promoción, etc., asimismo, comprende todos los Gastos de administración tales como remuneraciones del personal administrativo, Impuestos, suscripciones, etc.

- Remuneraciones Administración y ventas: Corresponden a aquellos recursos monetarios que la empresa destina al pago de salarios, a aquellas personas que cumplen un rol de administración, en este caso particular, un Gerente General, un Geólogo y un Jefe de Mina, quienes ejercen cargos directivos en la empresa y tres administrativos, quienes se desempeñan en el área administrativa y ventas, quienes perciben los siguientes ingresos:

8-16. Costos de Administración y Ventas.

Costos Administración y Ventas			
CARGO	Cantidad	Sueldo Mensual	Sueldo Anual
Gerente General	1	\$2.500.000	\$30.000.000
Geólogo	1	\$1.500.000	\$18.000.000
Jefe de Mina	1	\$1.000.000	\$12.000.000
Administrativos	3	\$500.000	\$18.000.000
Total Anual			\$78.000.000

Fuente: Mina Buen Retiro

- Insumos administrativos: Corresponden a aquellos recursos monetarios destinados por la empresa, para satisfacer las necesidades administrativas de la oficina de administración y ventas, tales como resmas de papel, lápices, útiles de escritorio, tinta para impresoras, útiles de aseo, cuentas telefónicas, etc., estimándose un monto promedio conforme al siguiente detalle:

8-17. Costos Insumos Administrativos.

Costos Insumos Administrativos		
ITEM	Costo Mensual	Costo Anual
Insumos	\$400.000	\$4.800.000
Total Anual		\$4.800.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8-18. Costos totales Administración, Ventas e Insumos.

Mano de obra + Insumos administrativos	
Mano de Obra	\$78.000.000
Insumos Administrativos	\$4.800.000
Total Anual	\$82.800.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8.1.7. Depreciación

La depreciación es el mecanismo mediante el cual se reconoce el desgaste y pérdida de valor que sufre un bien o un activo por el uso que se haga de él. Cuando un activo es utilizado para generar ingresos, este sufre un desgaste normal durante su vida útil que el final lo lleva a ser inutilizable. El ingreso generado por el activo usado, se le debe incorporar el gasto correspondiente desgaste que ese activo ha sufrido para poder generar el ingreso, puesto que como según señala un elemental principio económico, no puede haber ingreso sin haber incurrido en un gasto, y el desgaste de un activo por su uso, es uno de los gastos que al final permiten generar un determinado ingreso. Para el desarrollo del presente proyecto, se consideraron todos los gastos en que se incurrió para la adquisición de activos, estimándose una depreciación límite al año Nro. 8, obteniéndose los siguientes resultados:

8-19. Costos totales inversión equipos.

Inversión en equipos	
Equipos	Costo Total
Perforadoras Manuales	\$4.500.000
Postes Dowty	\$105.000.000
Panzer	\$12.000.000
Carros Transporte	\$16.000.000
Rieles	\$40.180.000
Winche	\$15.000.000
Ventilador	\$10.000.000
Total	\$202.680.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8-20. Depreciación equipos.

Depreciación	
Total Inversión/8 años	Costo Total
\$202.680.000/8	\$25.335.000
Total Depreciación	\$25.335.000

Fuente: Elaboración propia

Total Inversión / 8 años = Depreciación.

En éste mismo orden de ideas, la construcción de las galerías inclinadas de acceso y salida, como asimismo, la preparación de las galerías de preparación de la explotación, se consideran para el presente proyecto, con una depreciación a 30 años, obteniéndose los siguientes resultados:

8-21. Costos totales inversión galerías inclinadas y explotación.

Inversión en Galerías inclinadas y explotación	
Construcción	Costo Total
Galerías de acceso y salida	\$65.280.000
Galerías Preparación Explotación	\$135.728.000
Total	\$201.008.000

Fuente: Mina Buen Retiro

8-22. Depreciación construcción galerías inclinadas y de explotación.

Depreciación	
Total Inversión/30 años	Costo Total
\$201.008.000	\$6.700.267
Total Depreciación	\$6.700.267

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Total Inversión} / 30 \text{ años} = \text{Depreciación}$$

8.1.8. Valor residual

En atención a que la depreciación para el presente proyecto presenta distintos periodos de tiempo, para los equipos se encuentra estimado en 8 años y para la construcción de las galerías inclinadas de acceso y salida, como además la construcción de galerías de preparación para la explotación es de 30 años, como se establece en el punto anterior, el proyecto en cuestión está calculado con un horizonte de vida de 5 años, por tanto, se generan valores residuales de 3 años y 25 años respectivamente, que deben ser considerados en el proyecto, conforme al siguiente detalle:

8-23. Valor Residual Maquinarias, galerías inclinadas y explotación.

Valor residual	
Item	Costo Total
Construcción galerías inclinadas y de preparación para explotación (25 años)	\$167.506.667
Maquinarias y Equipos (3 años)	\$76.005.000
Total	\$243.511.667

Fuente: Elaboración propia

Valor depreciación anual x vida útil correspondiente a cantidad de años que exceden el horizonte de vida del proyecto

CAPITULO IX

9. EVALUACION ECONÓMICA DEL PROYECTO

9.1. Análisis del Flujo de Caja del Proyecto

Si anticipamos en cada año la vida de la mina; una producción anual, recuperaciones, costos operacionales, impuestos, depreciaciones y otros, podemos determinar los flujos de cajas anuales a producir por la mina y, a partir de éstos, tratarlos como una serie de pagos anuales a través de los años de vida de la mina. Estas ganancias anuales pueden equilibrarse con el costo de inversión necesaria para la puesta en marcha de ésta, determinando de esta forma la rentabilidad estimada final, obteniendo los siguientes resultados para el proyecto de ampliación de la producción de la Mina Buen Retiro:

9-1. Flujo de Caja del Proyecto.

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos		\$ 840.000.000	\$ 873.600.000	\$ 908.544.000	\$ 944.885.760	\$ 982.681.190
(-) Inversión (1)	\$ 653.468.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Preparación Mina	\$ 369.500.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Maquinarias	\$ 202.680.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ 44.088.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros Gastos	\$ 37.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Costos Operacionales (2)		\$ 435.600.000	\$ 453.024.000	\$ 471.144.960	\$ 489.990.758	\$ 509.590.389
(-) Costos Procesamiento (3)		\$ 96.000.000	\$ 99.840.000	\$ 103.833.600	\$ 107.986.944	\$ 112.306.422
(-) Depreciación (4)		\$ 32.035.267	\$ 32.035.267	\$ 32.035.267	\$ 32.035.267	\$ 32.035.267
(-) Administración y Ventas (5)		\$ 82.800.000	\$ 86.112.000	\$ 89.556.480	\$ 93.138.739	\$ 96.864.289
(+) Valor residual (6)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 176.509.000
Utilidad Bruta		\$ 193.564.733	\$ 202.588.733	\$ 211.973.693	\$ 221.734.051	\$ 408.393.824
Impuestos (26%)		\$ 50.326.831	\$ 52.673.071	\$ 55.113.160	\$ 57.650.853	\$ 106.182.394
Utilidad Neta	\$ -653.468.000	\$ 143.237.902	\$ 149.915.662	\$ 156.860.533	\$ 164.083.198	\$ 302.211.430
Flujo de Caja + Depreciacion		\$ 175.273.169	\$ 181.950.929	\$ 188.895.800	\$ 196.118.465	\$ 334.246.697
Flujo de caja Actualizado		\$ 162.289.972	\$ 155.993.595	\$ 149.951.576	\$ 144.152.926	\$ 227.482.686

Fuente: Elaboración propia

* Ingresos reajustables anualmente de acuerdo a una variación estimada bajo un IPC +4%, debido a contrato bajo una determinada producción y precio de venta reajutable en el tiempo.

* Costos operacionales, variación estimada bajo un IPC +4% de acuerdo a los últimos 6 años, que determinará variaciones salariales.

* Costos de Procesamiento, variación estimada bajo un IPC +4% de acuerdo a los últimos 6 años, que determinará variaciones con empresas externas.

* La depreciación fue considerada en base a 8 años para maquinarias y equipos y en 30 años para la construcción de galerías inclinadas y galerías principales.

* El valor residual fue calculado por los 3 años de excedente para maquinarias y equipos y de 25 años para la construcción de galerías inclinadas y galerías principales.

* La tasa de exigencia del proyecto es de un 8%.

Luego obtenemos el VAN, el que nos indica los excedentes que quedan de los flujos netos actualizados, a la tasa de descuento del proyecto, menos la inversión inicial, arrojando el siguiente resultado:

9-2. Sumatoria de Flujos y VAN.

Sumatoria Flujos de cajas	\$	1.076.485.061
VAN	\$	423.017.061

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Sumatoria Flujos de Cajas} - \text{Inversión} = \text{VAN} > 0$$

Finalmente, calculamos el Periodo de Recuperación de la inversión, el que se obtiene con la Inversión inicial, descontado los flujos netos anuales en el periodo de los 5 años, obteniendo el siguiente resultado:

9-3. Periodo de Recuperación de Inversión.

PRI	Meses	42,79
	Años	3 Años y 6 Meses

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Inversión} - \text{Flujos Netos Anuales (5 años)}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el flujo de caja, podemos concluir lo siguiente:

1. Los flujos de Caja al 5to. año, que es el horizonte de vida planteado en el presente proyecto, nos proyecta rentabilidades positivas, toda vez que nos permite obtener una utilidad neta promedio durante los 5 años de \$183.261.745 y una sumatoria de flujos de cajas durante el proyecto, que asciende a la suma de \$1.076.485.061.
2. El proyecto tiene un VAN de \$423.017.061, por tanto, conforme a los parámetros establecidos en el cálculo de esta estimación financiera, al ser el VAN mayor a “0”, conviene realizar el proyecto.
3. El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) se generaría en el mes 42 (42,79), lo que equivale a tres años y 6 meses.
4. En mérito de los antecedentes y los resultados obtenidos, se recomienda ejecutar el proyecto de ampliación de la producción de la mina Buen Retiro, toda vez que el proyecto presentaría rentabilidades positivas, sumado a las necesidades energéticas de las plantas termoeléctricas, auguran un buen futuro para la industria del carbón, lo que permitirá obtener utilidades a la empresa Cocke Car Ltda., como asimismo, brindar más puestos de trabajo a la población local y por ende, una mejor calidad de vida.

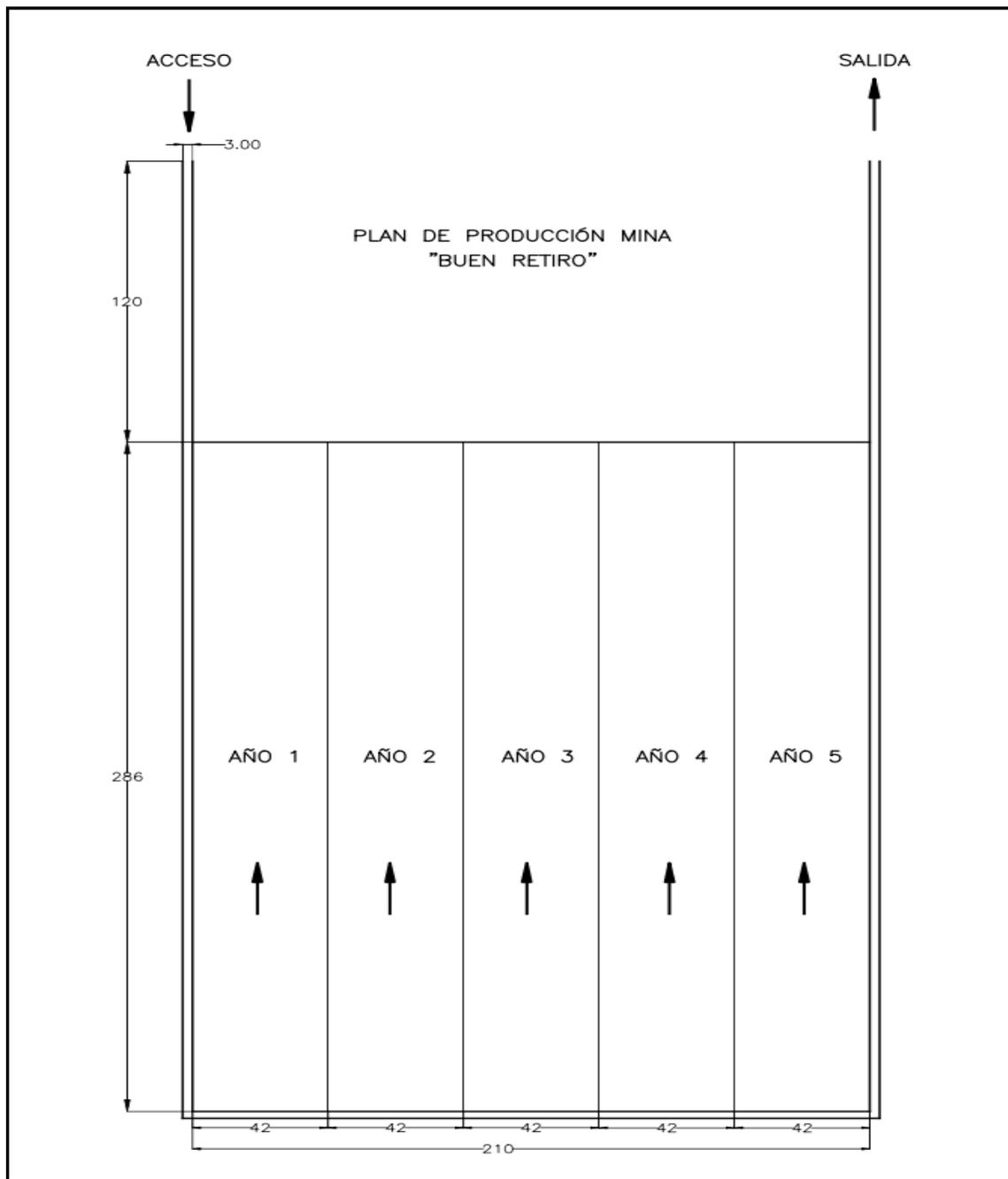
ANEXOS Y REFERENCIAS

Bibliografía

- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P.: “Metodología de la Investigación”, 5º Edición, Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., México 2010.
- Sapag, N. y Sapag R.: “Preparación y Evaluación de Proyectos”, 5º Edición, Mcgraw-Hill / Interamericana S.A., Colombia 2008.
- Cortés, A. y Gallardo, B.: “Proyecto minero y economía minera”, 1º Edición, Vicerrectoría Académica Dirección de Docencia Universidad de La Serena, Chile 1998.
- Aracena, F.: “Apuntes de viaje. La industria del cobre en las provincias de Atacama y Coquimbo, los grandes y valiosos depósitos carboníferos de Lota y Coronel en la Provincia de Concepción”, 1º Edición, Cámara Chilena de la Construcción/Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile 2011.
- Fuentes, J. y Sepúlveda, F.: “Evaluación económica de proyectos - ejercicio resueltos” (versión corregida), Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Departamento de Economía, Universidad de Concepción.
<http://www2.udec.cl/~jfuentes/Ejercicios%20Evaluacion%20Proyectos_20041.pdf> (Ref. marzo de 2004)
- Comisión Chilena del Cobre: “Estado de la actividad minera al sur del país”, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
< <https://www.cochilco.cl/Plan%20de%20Trabajo/plandetrabajo.pdf> > (Ref. febrero de 2016)
- López, M.: “Identidad minera y desarrollo sustentable, el caso de la cuenca del carbón en Chile”, Universidad del Bio Bío.
<<http://www.sustentabilidades.usach.cl/sites/sustentable/files/paginas/05-04.pdf>> (Ref. junio 2011)

Anexo A:

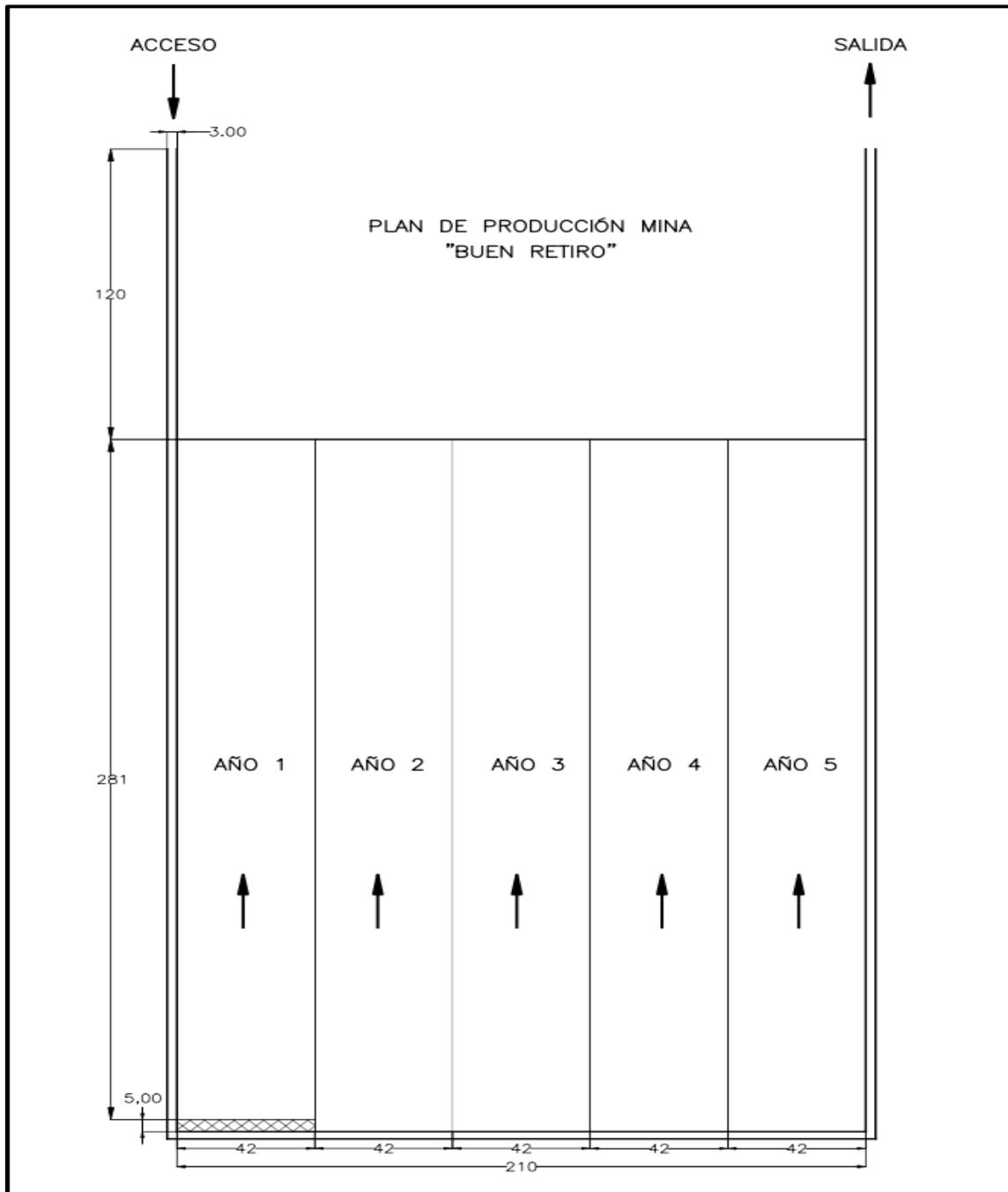
PROYECCIÓN DE EXPLOTACIÓN A 5 AÑOS EN MINA BUEN RETIRO



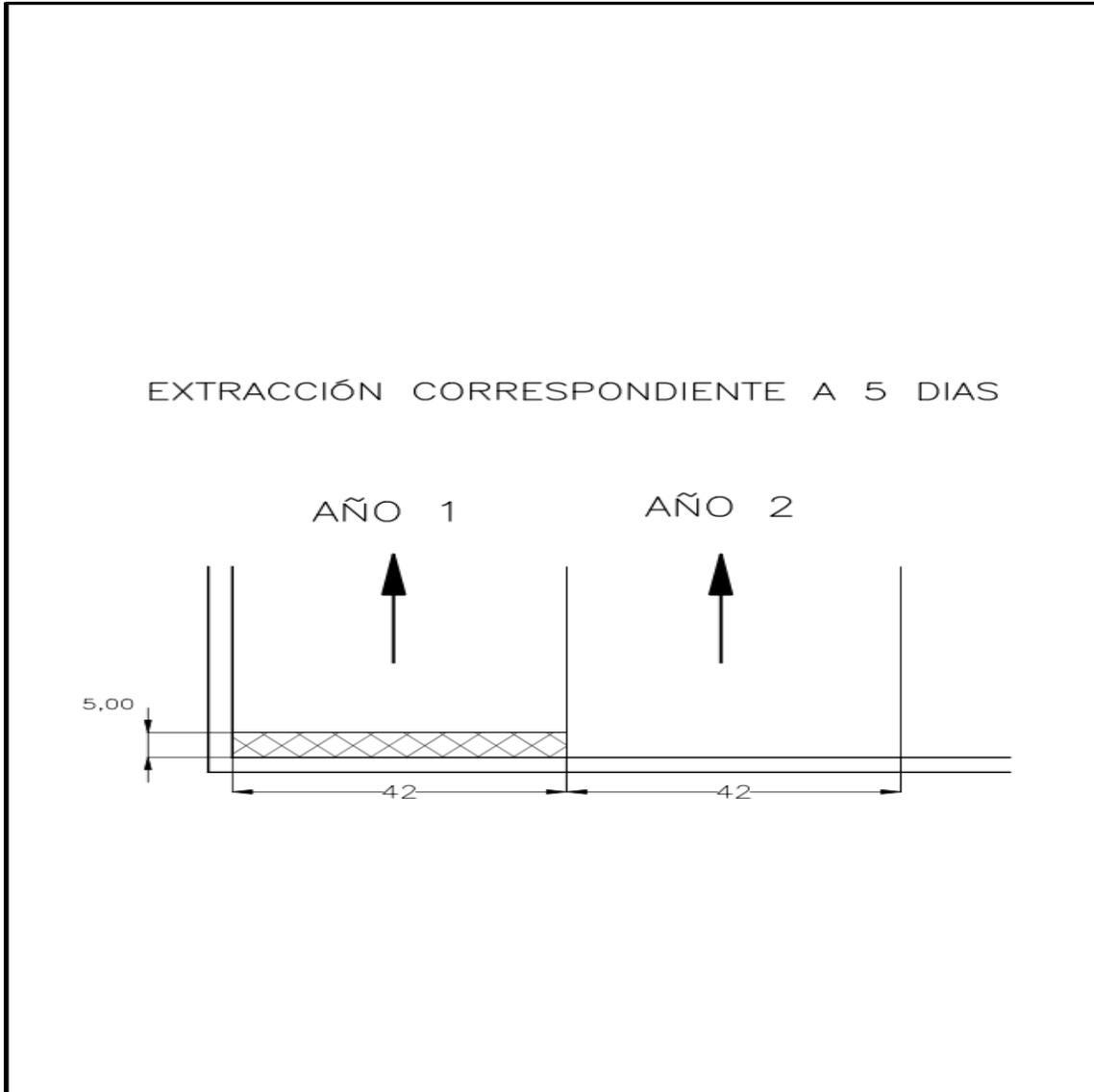
La presente lámina ilustra respecto del plan de explotación, donde el manto a explotar para producir las 1.000 toneladas mensuales que el proyecto requiere, fue subdividido en 5 paños de 42 metros de frente y 286 metros de fondo, explotando mediante Short Wall en retroceso.

Anexo B:

PROYECCIÓN DE EXPLOTACIÓN SEMANAL EN MINA BUEN RETIRO



La presente lámina ilustra respecto de la ejecución del plan de explotación para producir las 1.000 toneladas mensuales que el proyecto requiere, avanzando por cada paño 5 metros semanales, ocupando el Panzer y desplazándolo cuando se cumpla el metraje señalado, de esta forma, en 25 días se cumplirá con la meta requerida (1.050 toneladas).

Anexo C:**DETALLE PROYECCIÓN DE EXPLOTACIÓN SEMANAL
EN MINA BUEN RETIRO**

La presente lámina ilustra en detalle respecto de la ejecución del plan de explotación para producir las 1.000 toneladas mensuales que el proyecto requiere, avanzando por cada paño de 42 metros, los 5 metros semanales en retroceso, ocupando el Panzer de 42 metros y desplazándolo cuando se cumpla el metraje señalado, de esta forma, en 25 días se cumplirá con la meta requerida (1.050 toneladas).