



UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS INTERNACIONALES

**BIONEGOCIOS: COMO EXTERNALIDADES COMERCIALES
(CASO DEL BIOGÁS).**

AUTORES:

FELIPE ANDRÉS NORAMBUENA URRUTIA

ANGÉLICA MARÍA SOTO GONZÁLEZ

TESIS PRESENTADA A LA CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS INTERNACIONALES DE LA UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN NEGOCIACIONES INTERNACIONALES TÍTULO PROFESIONAL DE ADMINISTRADOR DE NEGOCIOS INTERNACIONALES.

PROFESOR GUÍA:

GALO LÓPEZ ZUÑIGA

Viña del Mar, Mayo de 2012.

*“Sólo aquellos que se arriesgan a ir muy lejos, pueden
llegar a saber lo lejos que pueden ir” (T.S. Eliot)*

Agradecimientos

Primero que todo quiero agradecer a mis padres Nelson y Guillermina quienes fueron un pilar fundamental en mi etapa universitaria y les doy las gracias por siempre haber creído en mí. Han sido una parte integral en mi vida y han sido mi apoyo durante estos 23 años, y es por ese apoyo incondicional que hoy he logrado terminar mi carrera. Gracias por enseñarme todo lo que sé, por enseñarme que es mucho más valioso dar que recibir, porque dando es como recibimos y amando es como somos amados. Me enseñaron que la honradez, la verdad, la humildad, el trabajo y el estudio, son valores muy importantes en la vida y me los han inculcados toda mi vida. Me han enseñado lo bueno y lo malo de la vida, siempre con mucho amor. Han sabido ser mis confidentes, mis consejeros... en momentos difíciles de mi vida. Aunque aparenten ser estrictos, siempre me perdonaron todo. Haga lo que haga, este en el peor de los problemas siempre han estado ahí para ayudarme. Nunca sentí que me dejaran a mi suerte, siempre han estado ahí para mí y siempre han hecho de todo para que yo sea feliz. Gracias por dejar ver sus ojos de orgullo cuando hablan de mí. Gracias por amarme tanto. Gracias por ser mis padres. Sus vidas son guías de mi vida y el amor que me han dado es mi fuerza y mi alegría. Les debo más que mucho... les debo TODO. Agradezco al mundo, a la vida y a Dios de todo corazón que sean mis padres. Los amo demasiado.

A mis hermanos, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre. Por todos sus consejos y buenas intenciones. Me siento muy orgullosa de tener unos hermanos como ustedes. Gracias a mis cuñados, por haberme dado unos sobrinos hermosos. Los amo mucho.

A ti, Felipe, gracias por tu apoyo, amor y por haber trabajado juntos en esto. Gracias por haber estado siempre ahí como pareja, compañero y sobre todo como un gran amigo. Estoy muy agradecida de haberte conocido, y muy contenta de tu apoyo y el cariño mutuo de estos últimos dos años y en el término de este largo proceso, te amo mucho. Le agradezco a toda tu familia, principalmente a tus madres por todo su apoyo y consejos de manera incondicional. A tu mamá Nony por todas sus palabras de aliento, sus fuerzas, buenas vibras, por todo su cariño, ideas, comprensión y apoyo, la quiero mucho. A tu mamá Mery le agradezco todo su cariño inmenso, preocupación y consejos. A Mario por toda su ayuda y cariño durante el transcurso de este proceso. A tus hermanos, cuñada y sobrinos por todas sus palabras y cariño incondicional.

A mi Tía Viviana por todos sus consejos, sus lindas palabras y su apoyo, la quiero mucho.

A mis amigas incondicionales y a todas las personas que conocí durante el transcurso de la carrera, en cada uno de ustedes hay una persona muy especial. Gracias por todos esos momentos lindos. Los quiero mucho.

Agradecimiento especial a mi profesor guía, Galo López, por todo su tiempo, paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

Con mucho cariño, Angélica Soto González.

Agradecimientos

En este momento tan especial en el cual se termina una etapa muy importante, quiero aprovechar la oportunidad para dar las gracias a dos personas muy importantes. A mis dos madres, las que han estado conmigo en todo este proceso, gracias por ser pacientes, por apoyarme en todo momento, por escucharme y aceptarme como soy. A ti mamá por darme consejos y las palabras necesarias siempre y hacerme sentir que soy capaz de lograr todo y confiar en mis capacidades.

Quiero agradecer a mi polola Angélica, por entregarme su amor y comprensión, y hacer que estos dos últimos años hayan sido hermosos. Agradecer también a tus padres, por entregarme su cariño y hacerme sentir parte de la hermosa familia que son.

Agradezco también a todos los compañeros que han pasado por mi vida universitaria y que de alguna u otra manera han influido positivamente en mi desarrollo académico.

Un agradecimiento especial a mi profesor guía Galo López por su apoyo en la realización de este trabajo y sus consejos que fueron siempre bien recibidos.

Con afecto, Felipe Andrés Norambuena Urrutia.

Índice	Pág.
Introducción	9-15
.....	
Capítulo	16-21
1.1. Objetivo general	17
1.2.	
1.2. Objetivos específicos	17
1.3. Metodología	18
1.4. Marco	Teórico 19-20
.....	
1.5. Mapa Conceptual	20-21
Capitulo 2 “La energía como recurso productivo y económico”.....	22-69

2.1. ¿Qué es energía?	24-25
2.2. Fuentes de energía	25-26
.....	
2.2.1. Fuentes de energía primaria	27-42
A. Energía no renovable	27
A.1. Combustibles fósiles	27
i. Carbón	28-30
.....	
ii. Petróleo	30-33
iii. Gas natural	33-34
.....	
A.2. Combustibles nucleares	35-37
.....	
B. Energías renovables	37
.....	
B.1. Energía solar	37-38
.....	
B.2. Energía hidráulica	38-39
.....	
B.3. Energía eólica	39

2.3. Situación energética de Chile	47-69
2.3.1. Estructura energética de Chile (Matriz energética)	47-57
2.3.2. Crisis energética	57-60
2.3.3. Demanda y oferta de energía en Chile	60
2.3.3.1. Oferta de energía en Chile	61-64
2.3.3.2. Demanda de energía en Chile	65-66
2.3.4. Proyección de la oferta y demanda de energía en Chile.....	67-69
Capítulo 3 “El biogás como fuente de energía”	70-74
3.1. Bionegocios	74-76
3.2. ¿Qué es el biogás? (externalidad positiva)	76-78

3.3.	Características	del	biogás	78-79		
.....						
3.4.	Producción de biogás			79-86		
.....						
3.4.1.	Inversiones			87-88		
.....						
3.4.2.	Licitación de rellenos sanitarios			88-93		
.....						
3.4.3.	Proceso productivo			93-96		
.....						
3.4.4.	Comercialización			96-104		
.....						
3.5.	Aspectos	comerciales		105-107		
.....						
3.6.	Dimensión	internacional	del	biogás	108-111	
.....						
Capítulo 4 “Experiencia de Producción de biogás en Chile”				112-127		
.....						
4.1.	Holding	URBASER-DANER		114-115		
.....						
4.2.	Proyecto	“Relleno	Sanitario	Loma	los	115-116
Colorados”						
.....						

4.2.1. Fases del Proyecto	116-118
.....	
4.2.2. Costos del Proyecto	119
.....	
4.3. Inserción del Protocolo de Kioto en el “Relleno Sanitario Loma Los Colorados”	119-122
4.4. Atributo ERNC	122-124
4.5. Beneficios	124-127
Conclusión	128-134
Anexos	135-153
Anexo 01: Centrales del Sistema Interconectado del Norte Grande	136
.....	
Anexo 02: Centrales del Sistema Interconectado Central	137-143
.....	
Anexo 03: Centrales del Sistema Eléctrico de Aysén	144

Anexo 04: Centrales del Sistema Eléctrico de Magallanes	145
.....	
Anexo 05: Generación eléctrica por regiones	146
Anexo 06: Síntesis Ley 20.257	147
Anexo 07: Síntesis proyecto de ley 20/20	148-149
.....	
Anexo 08: Compensaciones y bonos para ERNC a partir de biomasa en Alemania	150
Anexo 09: Noticia del diario electrónico de Maipú Chile	151-153
Bibliografía	154-157

Introducción

El presente trabajo corresponde a la memoria de título para optar al grado académico de licenciado en Negociaciones Internacionales y al título de Administrador de Negocios Internacionales en la Universidad de Valparaíso.

La energía es un insumo vital en el progreso de cualquier sociedad, sin embargo, cuando se habla de energía, está se relaciona con aspectos beneficiosos para el hombre, pero a su vez existen otras derivaciones (externalidades), que lo afectan.

En este contexto, el trabajo se concentra en varios tópicos que resaltan en el actual contexto energético nacional e internacional. La capacidad de desarrollo de una economía en el mundo depende fuertemente del suministro de energía eléctrica y Chile no es la excepción debido a la gran actividad minera que se lleva a cabo en el norte, el sector vitivinícola presente en el norte chico, la industria comercial y manufacturera de la zona central y la industria forestal en el sur del país, entre muchas otras, requieren este vital elemento para poder dar vida a sus procesos, de modo de entregar sus productos y servicios a la comunidad.

Chile a través de la historia, ha tenido serios problemas energéticos que han reducido no sólo su desarrollo económico, sino que además su desarrollo social. Esto se debe a que no es un gran proveedor de combustibles fósiles¹, lo que lo obliga a depender

¹ Término general para designar los depósitos geológicos de materiales orgánicos combustibles que se encuentran enterrados y que se formaron por la descomposición de plantas y animales que fueron posteriormente convertidos en petróleo crudo, carbón, gas natural o aceites pesados al estar sometidos al calor y presión de la corteza terrestre durante cientos de millones de años. (Definición entregada por GrrenFacts)



del exterior. El abastecimiento energético de Chile se encuentra expuesto a la gran dependencia de hidrocarburos y otros combustibles fósiles, lo que obliga a importarlos, los cuales se han vuelto escasos, y por ende no garantizan seguridad en el suministro eléctrico a corto plazo. Esto además se ve agravado debido a que Chile no cuenta con una matriz energética muy diversificada, y menos con expansivos desarrollos de fuentes de energía no tradicionales.

Los países desarrollados y dependientes de los combustibles fósiles han orientado sus esfuerzos al uso de energías renovables no convencionales con el propósito de liberarse de su alta dependencia de los volátiles mercados de los combustibles fósiles, y con esto también poder diversificar su matriz energética, producir sus propios combustibles garantizar así el suministro de energía eléctrica. Con esto se suma también los problemas medioambientales, debido al uso de combustibles fósiles. Así, la expansión de la economía basada en el consumo de este tipo de combustible ha generado la problemática de la emisión de gases efecto invernadero (GEI)² producidos por la quema de combustibles fósiles, lo que aporta de manera negativa al cambio climático³ que se vive hoy en día.

² La atmósfera terrestre está formada por gases que absorben calor. Estos gases (vapor de agua, dióxido de carbono, metano, ozono, óxidos de nitrógeno y trazas de otros gases) son llamados "gases de efecto invernadero" (GEI) porque al retener parte del calor que ingresa a la atmósfera, permiten que la temperatura en el planeta se mantenga en rangos compatibles con la vida, en la forma en que la conocemos. (Extracto de la definición entregada por la empresa KDM Energía S.A.).

³ Es un cambio en el clima, atribuible directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables. (Definición entregada por la Convención de las Naciones Unidas).



Para la generación de energía eléctrica en Chile, se dividen éstas en convencionales y no convencionales. Como Energía Renovables No Convencionales (ERNC) se consideran las pequeñas centrales hidráulicas, la energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz y de la biomasa⁴. En contraste se encuentra la energía hidráulica de gran tamaño, la cual tiene una gran incidencia en la matriz energética chilena, por lo cual es considerada una energía de carácter convencional.

Durante los últimos años, la demanda de energía eléctrica en Chile ha ido aumentando en forma sostenida. Debido a esto es que Chile, con un gran interés de independizarse energéticamente de los países que lo proveen de combustibles fósiles, está buscando nuevas fuentes de energía. Es así como las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), se muestran como una alternativa que ha crecido con fuerza, existen muchos proyectos que fomentan la idea de aumentar e intensificar la participación de estas energías en la matriz eléctrica chilena, como ha ocurrido en otras partes del mundo.

Un tipo de energía renovable que ha comenzado de a poco a tomar fuerza es la proveniente de la biomasa, que corresponde a cualquier variedad de materia orgánica renovable, de la cual se consiga obtener energía aprovechable, ya sea a través de la quema directa o de su procesamiento posterior. De la biomasa es posible extraer diversas fuentes de energías secundarias, como por ejemplo, el biogás. El biogás se genera de la

⁴ Toda materia orgánica de origen animal o vegetal que puede ser utilizada para la obtención de energía, ya sea mediante combustión o por algún mecanismo de combustión.



descomposición en ausencia de oxígeno, por medio de las bacterias, de la biomasa. Este gas está compuesto principalmente de metano, es este componente el que le da sus propiedades energéticas.

El biogás a base de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)⁵, viene a solucionar otro grave problema a que se ve enfrentado Chile, el cual es el gravísimo impacto y contaminación ambiental que generaran los vertederos no controlados⁶. Es de esto que emerge la necesidad de encargarse de los residuos de la sociedad de manera que sea compatible con las preocupaciones medioambientales y de carácter energético. Es aquí donde juega un papel importante KDM Energía S.A., la empresa a través del Relleno Sanitario Loma los Colorados realiza el proceso de captación del biogás. KDM Energía S.A. pertenece a un grupo de empresas (KDM S.A., KDM servicios S.A., Starco S.A. y Demarco S.A., Imagina S.A.) dedicadas al manejo, tratamiento, recolección y disposición final de RSU, asesoramientos medioambientales para la minería y otras industrias, y organismos técnicos de capacitación en materia ambientales e industriales. KDM energía S.A. se especializa en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables no convencionales. La energía eléctrica producida por esta empresa es inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC), esta empresa contribuye

⁵ Son aquellos que se originan en los núcleos de población como consecuencia de la actividad habitual y diaria del ser humano. (Definición entregada por <http://www.ambientum.com/enciclopedia/energia>).

⁶ Vertedero que suele estar en cualquier explanada retirada, barranco, agujero, margen de río, etc., donde se descargan de cualquier forma los residuos. Este tipo de vertido puede ser realizado tanto por particulares que desean perder algunos objetos de vista de la forma menos costosa posible, o como algunos municipios pequeños, que debido a la falta de medios gestionan de esta forma sus residuos urbanos. (Definición entregada por <http://www.reciclame.info/>)



adicionalmente a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), producido por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía.

KDM Energía S.A. justifica su operación en el marco de la necesidad de aportar energía eléctrica al sistema, y de esta manera contribuir a satisfacer la creciente demanda de electricidad que existe hoy en día en el país. Por otra parte la empresa genera un aumento de la oferta energética en el país de manera responsable con el medio ambiente, aportando a su desarrollo sustentable. Además contribuye a la diversificación de la matriz energética disminuyendo así la dependencia de los combustibles de carácter convencional, siendo un aporte real pudiendo de esta manera hacer frente el alza sostenida de la demanda de energía eléctrica en el país.

Esta memoria está constituida por cuatro capítulos, los cuales abarcan lo siguiente:

El primer capítulo se establece el marco de desarrollo de esta memoria indicando objetivos tanto generales como específicos, además de presentar la metodología utilizada, la cual se ve altamente beneficiada por la visita que se realizó a la empresa KDM Energía S.A., por último se presenta el marco teórico, en conjunto con un mapa conceptual lo que permite canalizar de una mejor manera las ideas planteadas durante esta memoria.

En el segundo capítulo, “La energía como recurso productivo y económico”, se entrega un marco general de: ¿Qué es energía?, sus distintas fuentes, como así también,



cual es la situación energética de Chile, explicándose también la crisis que afecta hoy en día a este país, presentando los motivos y consecuencias.

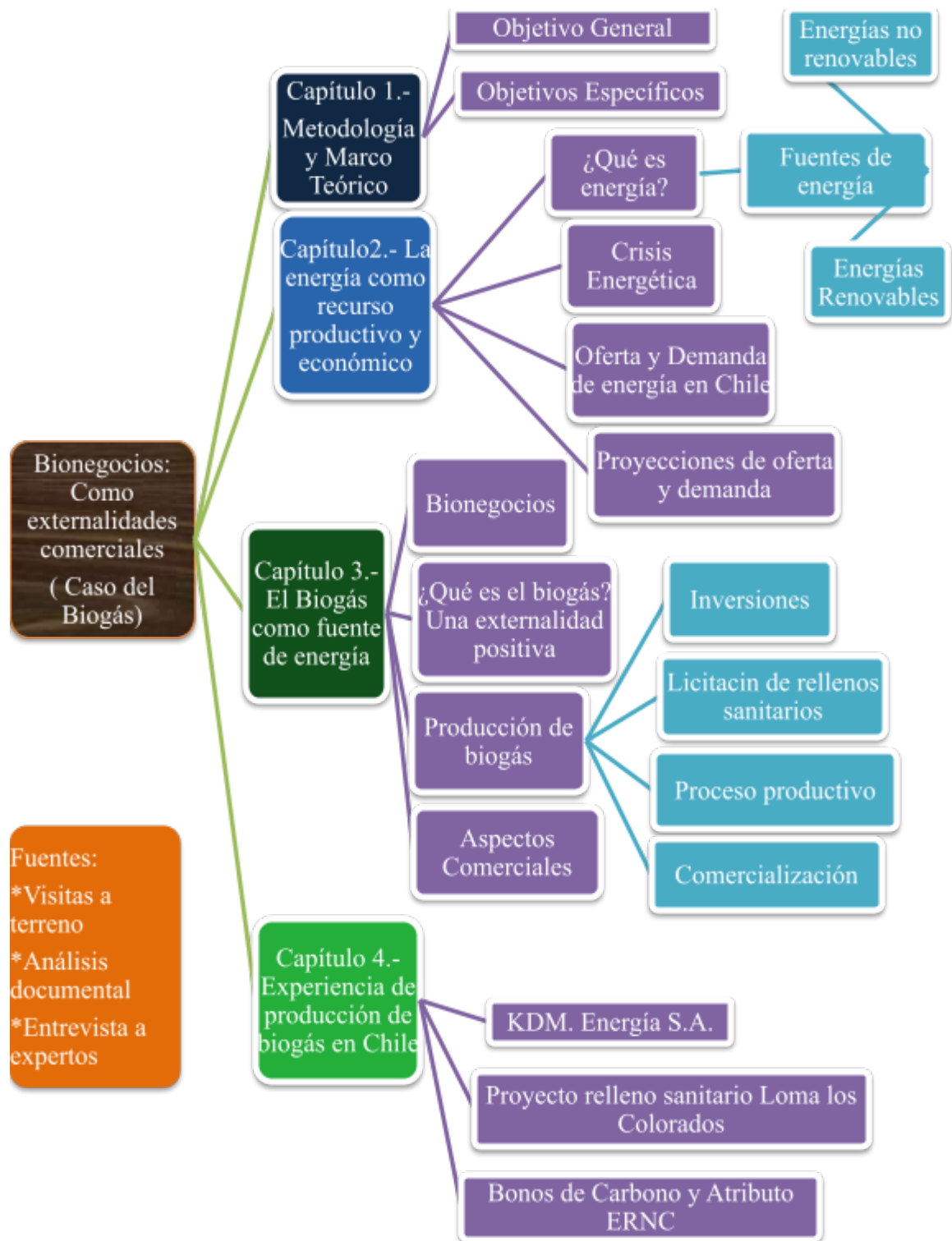
El capítulo número tres, “El biogás como fuente de energía”, se detalla el concepto de Bionegocios, además se explica como el biogás se transforma en una externalidad positiva, profundizándose en sus características, producción y comercialización.

En el cuarto capítulo, “Experiencia de biogás en Chile”, se muestra el caso de la empresa KDM Energía S.A., Relleno Sanitario Loma Los Colorados.

Como Administradores de Negocios Internacionales, queremos a través de esta memoria generar una serie de antecedentes que permitan ver a las energías renovables no convencionales, principalmente el biogás, como una nueva oportunidad comercial y de negocio. Demostrando también la multifuncionalidad que posee el biogás como nueva oportunidad de negocio, ya que existe la posibilidad de venderlo tanto como energía, atributo ERNC y/o bonos de carbono, todos estos temas serán tratados ampliamente dentro de esta memoria.

A continuación para una mejor comprensión de lo que contiene esta memoria se presenta el siguiente mapa conceptual:





) [m

- Objetivo General
- Objetivos Específicos
- Metodología
- Marco Teórico



CAPÍTULO 1

Este es un trabajo del tipo descriptivo y analítico sobre la realidad energética de Chile, sus problemas y opciones alternativas o paliativas en miras a disminuir los aspectos negativos de los procesos de generación de energía eléctrica tradicional.

1.1.Objetivo general:

El Objetivo General de esta memoria es el de establecer oportunidades comerciales y de negocios como resultado de las emanaciones de gases que producen los vertederos de residuos sólidos urbanos. Para esto se abordara el tema del biogás, como fuente primordial para la consumación de este fin.

Para el alcance de este objetivo se planteó el estudio de las siguientes temáticas

1.2.Objetivos específicos:

- ❖ Conocer la actual crisis energética que afecta a nuestro país.
- ❖ Describir la matriz energética de Chile y el aporte del biogás como fuente de energía.
- ❖ Conocer y describir el proceso productivo, de distribución y comercialización de biogás para el consumo domiciliario e industrial.
- ❖ Conocer las experiencias productivas y comerciales derivadas de la producción de biogás.
- ❖ Dimensión internacional del biogás.



1.3. Metodología

La metodología de trabajo se desarrolló en base al análisis documental, visita a terreno y entrevista a expertos.

Para realizar esta investigación se recurrió a la obtención de una gran cantidad de información a través de diferentes fuentes de información confiables. Se consultaron diferentes recursos electrónicos disponibles en la Internet, tales como, bases de datos, revistas electrónicas, tesis doctorales, libros electrónicos, organismos relacionados con el tema. Algunas de las fuentes, consideradas confiables, en que se encontró información fue en la base de datos del Ministerio de Energía, Agencia Chilena de Eficiencia Energética, Centro de Energías Renovables, Comisión Nacional de Energía y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, de la Red de Biogás Oportunidades y Desafíos Chile, Renewable Energy World, entre otras. La información obtenida a través de estos medios ha sido valorada, aceptada o descartada en función a la seriedad, origen y actualización de los datos.

La visita en terreno se realizó en la empresa KDM Energía S.A., en donde se pudo apreciar en directo el proceso producción del biogás, esta visita fue por intermedio de una entrevista guiada por el Señor Anton Catalán Hraste, de profesión Ingeniero en Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, cuyo cargo actual es Jefe de Proyecto Central Loma Los Colorados II, donde realiza la Coordinación general de contratos tipo EPC y contrato de Inspección Técnica, además de cumplir el rol de



Ingeniero de Proyectos: Diseñando y gestionando proyectos de ingeniería y construcción asociados a generación de energías renovables no convencionales.

1.4. Marco Teórico

Los rellenos sanitarios producen biogás a través de la descomposición de la materia orgánica bajo condiciones anaeróbicas, esto quiere decir que la descomposición se da bajo la ausencia de oxígeno, mediante estas condiciones los ácidos orgánicos se convierten en biogás a través de la acción de las bacterias. El biogás es un gas combustible que se puede generar en medios naturales o en dispositivos específicos. En términos simples el biogás es un combustible equivalente a un gas natural diluido, que además contiene algunas impurezas (sulfuro de hidrógeno y trazas de amoníaco y siloxanos⁷) que requieren ser retiradas para poder ser usado en motores de combustión.

Este gas está compuesto principalmente por metano (CH_4 , entre 54% y 70%) y dióxido de carbono (CO_2 , entre 27% y 45%), además de otros gases presentes en pequeñas cantidades (ver tabla 02, punto 3.3) El metano y el dióxido de carbono son considerados gases de efecto invernadero (GEI) los cuales contribuyen al calentamiento global, aunque el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) no considera al dióxido de carbono del biogás como un GEI, sin embargo, el metano presente en el biogás sí es considerado un GEI.

⁷ Grupo de compuestos que contienen silicio, oxígeno e hidrógeno. Se polimerizan con facilidad dando siliconas



El biogás de buena calidad (aquel con alto contenido de metano y bajos niveles de oxígeno y nitrógeno) es utilizado como combustible desplazando así el uso de combustibles convencionales.

A nivel internacional el biogás es utilizado principalmente para la generación de energía eléctrica. Hace un tiempo, en América Latina, países como Argentina, Brasil y Chile vienen diversificando su mercado eléctrico desarrollando proyectos de manejo de biogás, aprovechando esta importante fuente de energía de carácter no convencional.

En las circunstancias en las que hoy nos encontramos el uso del biogás está tomando cada vez mayor fuerza, entes gubernamentales nacionales e internacionales que han basado su economía y desarrollo en combustibles fósiles, estos entes están cada vez más preocupados por las emisiones de GEI, adquiriendo así compromisos legales globales para disminuir estas emisiones. Aquellos protocolos y sus mecanismos muestran facilidades comerciales, legales, técnicas y tecnológicas para llegar así a poder reducir las emisiones y no seguir dañando al planeta con éstas.

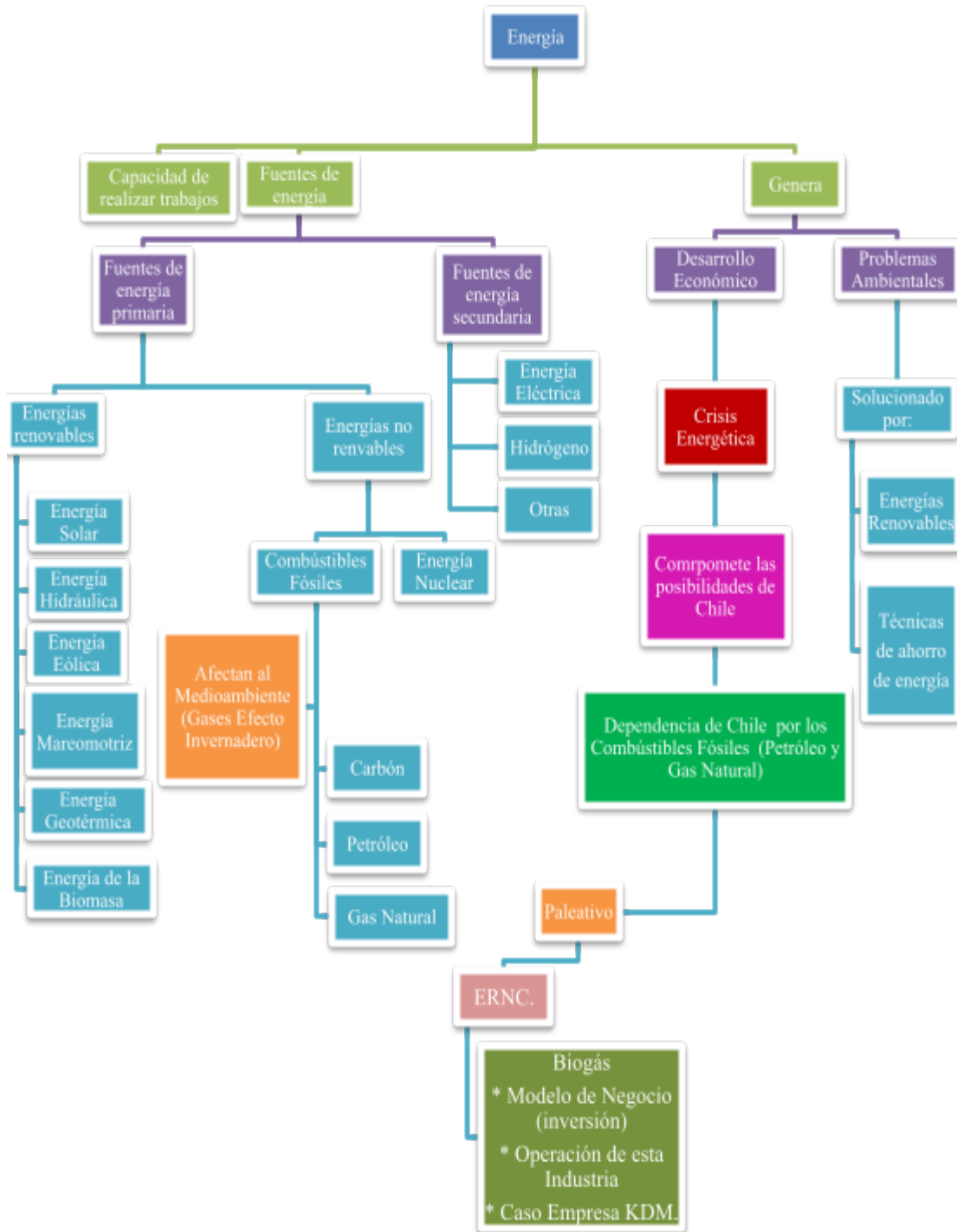
Actualmente, las condiciones de aprovechamiento del metano que hace parte del biogás como fuente de energía y la reducción de GEI, hacen ver el negocio del biogás a partir de RSU depositados en rellenos sanitarios como rentables e interesantes, tal negocio se debe acoger al protocolo de Kioto, para por lo menos poder apalancar de manera financiera el proceso de captación y quemado del biogás.

1.5. Mapa Conceptual



A continuación se podrá navegar de manera visual de los temas que trata esta memoria:





ipord o
E a T, :

- ¿Qué es energía?
- Fuentes de energía
- Situación Energética de Chile
- Proyección de la oferta y demanda en Chile



CAPÍTULO 2: LA ENERGÍA COMO RECURSO PRODUCTIVO Y ECONÓMICO.

A través del tiempo la energía se ha vuelto cada vez más importante posicionándose como pieza fundamental de los recursos productivos (tierra, capital y trabajo) ayudando así a la producción de bienes y servicios, y satisfaciendo las múltiples necesidades de los seres humanos.

La energía es parte indispensable de la vida individual y social de los seres humanos. La obtención de luz y calor, entre otros, son imprescindibles para la supervivencia en la tierra, no tan sólo para los seres humanos sino también para la vida vegetal y animal.

Los seres humanos desde sus comienzos en la tierra y a lo largo de sus vidas, han buscado diferentes formas para generar diferentes tipos de energía que son necesarias y facilitan el diario vivir. Los seres humanos al descubrir la forma de generar diferentes tipos de energía y al mismo tiempo que han generado nuevas actividades consumidoras de energía.

La energía se encontró inicialmente almacenada en diferentes formas en la naturaleza, (agua, sol, viento, bosques) las cuales fueron transformadas en distintos tipos de energía.



Al ser la energía un servicio necesario para los seres humanos debido a que se obtiene desde que se nace e incluso antes de nacer es por esto que se le puede denominar como fuente de base de la economía. Se le denomina así, debido a que es una fuente que nutre todas las actividades productivas de la economía. Por ende su uso es necesario en todas las actividades humanas y organizacionales, por lo tanto, debe estar disponible en cantidad, calidad y precio adecuado para las personas.

Por lo anteriormente expuesto, se puede deducir que la energía es primordial para el desarrollo económico y para el bienestar de la población de un país. Es un recurso económico fundamental, ya que se requiere de la energía para que todo tipo de maquinaria pueda funcionar y poder así producir los bienes y servicios requeridos. Este recurso aunque no esté presente de forma material, sí lo está de forma intangible y además se encuentra reflejado en los costos de producción de cada bien y servicio producido.

2.1. ¿Qué es energía?

La energía es un concepto cotidiano difícil de representar, es un término presente en todo lo que hacemos y en todo lo que existe a nuestro alrededor como cuando las plantas crecen o las maquinas realizan lo más variados trabajos .



La energía es la capacidad de producir algún tipo de trabajo o simplemente poner algo en movimiento. Existen muchas definiciones amplias de lo que realmente se entiende por energía, todas coherentes y complementarias entre sí, todas ellas relacionadas con el concepto trabajo o movimiento.

La energía es un tema de gran relevancia para la actividad humana, debido a que ésta permite el desarrollo de la vida en la tierra y sostiene la actividad económica que desarrollamos los seres humanos. Una de las importantes características de la energía es que puede ser transformada de una forma u otra.

2.2 Fuentes de energía

Una fuente de energía la podemos imaginar como un depósito que contiene energía o simplemente al origen de éstas. Las fuentes de energía son recursos o medios capaces de producir algún tipo de energía, para luego ser consumida por el ser humano.

Las fuentes de energía se pueden clasificar como primarias o secundarias y dentro de esta misma clasificación se pueden subclasificar en renovables y no renovables.

Las fuentes de energía primarias son aquellas que podemos encontrar de manera natural o espontánea en la naturaleza y pueden ser utilizadas como energía sin necesidad de ser sometidas a un proceso de transformación. Como se mencionó anteriormente éstas pueden ser subclasificadas, según su carácter finito o no, en no renovables y renovables.



- **Energías no renovables:** son aquellas que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que una vez consumidas en su totalidad, no pueden ser sustituidas. Las fuentes de energía no renovables son los combustibles fósiles, tales como, carbón, petróleo y gas natural, y los combustibles nucleares⁸.
- **Energías renovables:** son aquellas fuentes naturales implícitamente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Al mismo tiempo las energías renovables se pueden subclasificar en dos categorías: no contaminantes y contaminantes. Dentro de las energías renovables no contaminantes tenemos la energía solar, eólica, hidráulica, mareomotriz y geotérmica y, dentro de las energías renovables contaminantes (se plantea que son contaminantes debido a que éstas emiten dióxido de carbono), poseemos las que se obtiene a partir de materia orgánica o biomasa, éstas son realmente renovables y pueden ser utilizadas como combustibles, por ejemplo, la madera o también puede ser convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o simplemente en biodiesel, mediante reacciones de transesterificación. También se puede obtener energía mediante los residuos sólidos urbanos.

⁸ Información entregada por el Informe “Energía, un recurso indispensable para el desarrollo” Fundamentos Científicos Medioambientales, Doctora C. Enrique (Departamento Químico Inorgánica).



Seguidamente se detallará algunas características de cada una de las fuentes de energía primarias:

2.2.1. Fuentes de energía primaria

A. Energías no renovables

A.1. Combustibles fósiles: los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) a través de la historia han sido parte de la historia del ser humano y parte también de las grandes revoluciones industriales. En pleno siglo XXI los combustibles fósiles siguen teniendo gran importancia como el principal recurso energético dentro de las sociedades industrializadas.

Consisten en depósitos de organismos fósiles que en algún momento estuvieron vivos o de manera más simple son restos de seres vivos o plantas que se encuentran enterrados hace millones de años, y que han logrado transformarse en combustible bajo condiciones adecuadas de temperatura y presión que se han visto expuesto durante un determinado periodo de tiempo.

Los combustibles fósiles se encuentran dentro de la categoría no renovables debido a que no pueden ser repuestas nuevamente en un plazo alcanzable por el ser humano, ya que el tiempo de transformación es demasiado prolongado.



Existen tres tipos de combustibles fósiles que pueden ser usados como recursos energéticos:

i. **Carbón:** este combustible fósil se forma por el depósito y caída a la tierra de material vegetal hace millones de años atrás. Es el primer combustible fósil que fue explotado y se transformó en la base de los sistemas energéticos de muchos países industrializados. El carbón suministró la energía para la revolución industrial (Siglos XVII y XIX), la maquina a vapor y la producción de acero y todo esto lo consolidaron como la principal fuente de energía en esos tiempos. Con la llegada de la II Guerra Mundial se inició un progresivo desplazamiento del carbón por otras fuentes energéticas (petróleo y gas natural). Hoy en día muchos países dependen del carbón como fuente energética porque no pueden permitirse el uso de petróleo o gas natural al ser estos más costosos.

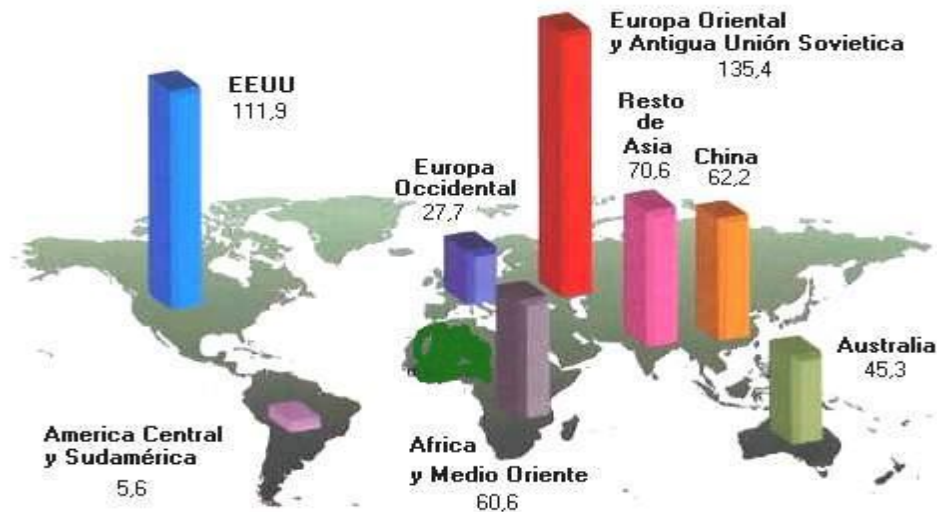
El carbón se puede diferenciar en tres tipos dependiendo de las condiciones de temperatura y presión en que se formó. Los tres tipos de carbón son los que se podrán observar en la siguiente imagen:



Imagen 01: Tipos de carbón.



Como se puede observar en la imagen 01 en cuanto más alta fue la temperatura y la presión, más compacto y rico en carbono resulta el carbón y más poder calorífico tiene.

Gráfico 01: Distribución mundial de las reservas de carbón duro.

Fuente: International Energy Agency (IEA)

el

actual ritmo de consumo se calculan reservas de carbón para poder satisfacer la demanda actual durante más de 200 años, aunque si se tienen en cuenta las reservas que no son fáciles de explotar en el momento actual, las reservas podrían llegar para otros mil años. Como se puede observar en el gráfico 01 las mayores reservas de carbón se encuentran en Europa Oriental y Antigua Unión Soviética, Estados Unidos, China y el Resto de Asia, África y medio oriente y Australia.

i.i. Petróleo: es un líquido formado por una mezcla de hidrogeno y carbón (hidrocarburos) que se forma por los restos de microorganismos marinos depositados en el fondo del mar. Luego de millones de años los

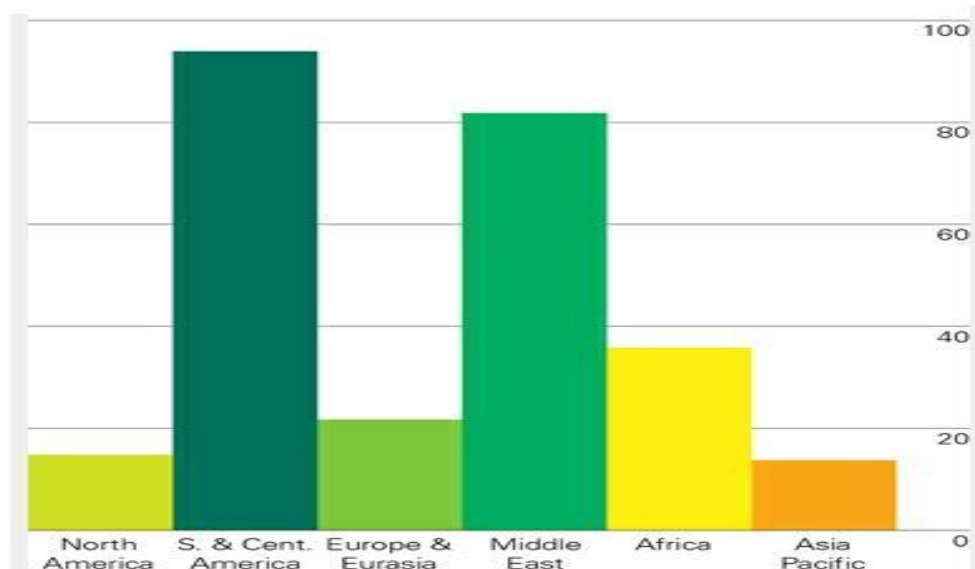
depósitos acaban en rocas y sedimentos donde el petróleo es atrapado en ciertos espacios. Las refinerías separan del petróleo diferentes componentes, tales como, la gasolina, gasoil, fueloil y asfaltos, que también son usados como combustibles. De la misma manera se separan otros componentes de los cuales se obtiene plásticos, pinturas, fertilizantes, medicamentos, fibras sintéticas, entre otros.

El petróleo no se encuentra en cualquier parte de la tierra y por consecuencia es un recurso limitado a ciertas áreas geográficas lo cual ha provocado grandes guerras a través de la historia como, por ejemplo, la Guerra del Golfo en 1991.

Las reservas de petróleo están fuertemente concentradas en el Medio Oriente, y de hecho un 19,8% se concentra en un solo país, Arabia Saudí como se puede observar en el gráfico 02 que viene a continuación:



Gráfico 02: Reservas de petróleo comprobadas (porcentaje de las reservas mundiales a finales del año 2011).



Fuente: British Petroleum Statistical Review of World Energy 2011.

(Organización de Países

Exportadores de Petróleo) el petróleo seguirá siendo imprescindible para el desarrollo en el futuro, aunque al ritmo actual de consumo y crecimiento las reservas de crudo no duraran más de 80 años. El petróleo se ha transformado en un tema de gran incertidumbre para la sociedad a nivel mundial, existen sectores dentro la sociedad que piensan que ha tocado fondo y que no se encontraran grandes hallazgos de este combustible, esta postura se contradice con otra parte de la sociedad que tiene una visión más optimista del futuro del petróleo los cuales confían

que a través de tiempo nuevas tecnologías permitirán la recuperación de este recurso.

i.i.i. Gas natural: es un recurso fósil gaseado, está formado por una gran cantidad de metano, una pequeña cantidad de propano, butano e hidrocarburo. El gas natural es considerado el combustible fósil más limpio, de más rendimiento energético y con mejores perspectivas de rendimiento si se compara con el carbón o petróleo. Al igual que el petróleo su origen proviene de los microorganismos marinos depositados hace millones de años. Se obtiene del subsuelo mediante perforaciones, donde se encuentra en cavidades formadas por rocas impermeables. El gas natural es utilizado como combustible tanto en viviendas como en industrias.

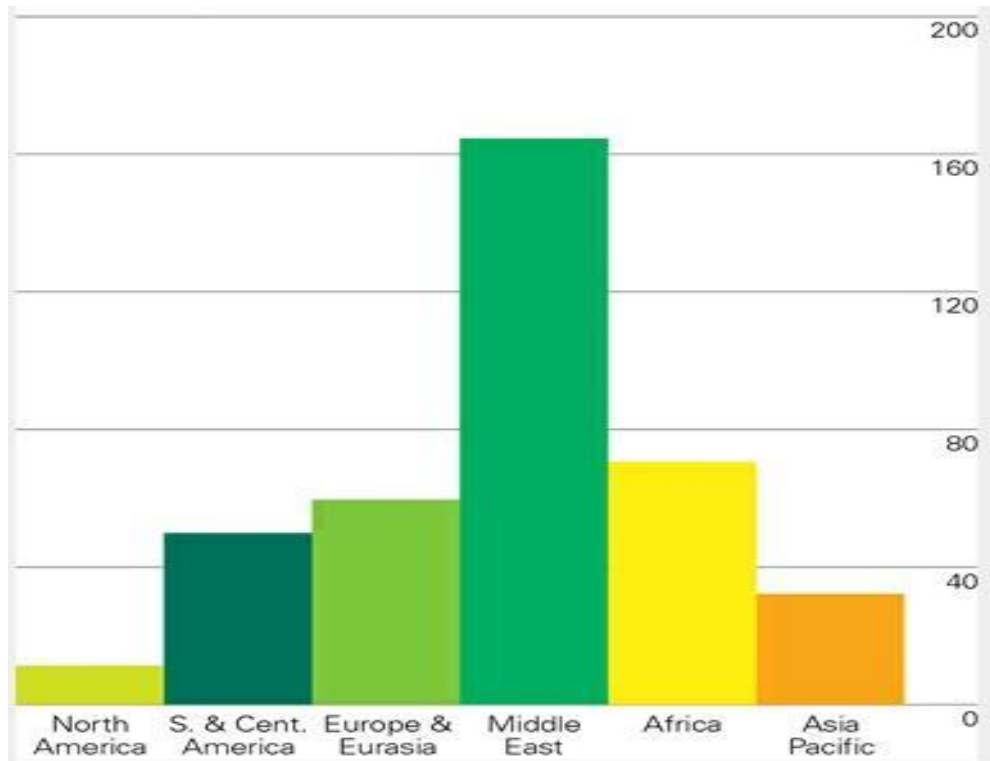
En los inicios de la industria del gas natural, este combustible fue utilizado principalmente para encender las luces de las calles y ocasionalmente de las casas. Sin embargo, con los adelantos de los actuales canales de distribución y con el avance de la tecnología, el gas natural se está utilizando de maneras nunca antes pensadas⁹.

Una de las propiedades que hacen de este tipo de combustible un elemento muy respetado y codiciado es que, para su utilización, no necesita ningún tipo de procedimiento de transformación o tratamiento.

⁹ Información entregada por AGNCHILE, Asociación de Distribuidores de Gas Natural A.G. (<http://www.agnchile.cl>).



Gráfico 03: Reservas de gas natural comprobadas (porcentaje de las reservas mundiales a finales del año 2011).



Fuente: British Petroleum Statistical Review of World Energy 2011.

petróleo, aunque la

mayoría de las reservas se reparten entre Rusia e Irán reúnen casi la mitad de las reservas mundiales.

Los combustibles fósiles pueden ser utilizados de forma directa o quemándolos para producir calor y movimientos. Asimismo pueden usarse para conseguir electricidad



en las centrales térmicas o termoeléctricas, en las cuales con el calor generado al quemar estos combustibles se obtienen vapor de agua, que conducido a presión, es capaz de poner en funcionamiento un generador eléctrico.

Unas de las principales ventajas de los combustibles fósiles son su fácil extracción, disponibilidad, continuidad y son baratas en comparación con otras fuentes de energía. Pero al mismo tiempo se generan diferentes desventajas al extraer y consumir estos combustibles fósiles, unas de las principales desventajas es que su uso produce la emisión de gases que contaminan la atmósfera y resultan tóxicos para la vida, se produce un agotamiento de las reservas a corto o mediano plazo y al ser utilizados contaminan más que otros productos que podrían haberse utilizado en su lugar.

A.2. Combustibles nucleares: la energía nuclear es la energía que se libera al dividir el núcleo de un átomo (fisión nuclear) o al unir dos átomos para convertirse en un átomo individual (fusión nuclear). Cuando se produce una de estas dos reacciones físicas (la fisión o la fusión nuclear) los átomos experimentan una ligera pérdida de masa. Esta masa que se pierde se convierte en una gran cantidad de energía calorífica¹⁰.

Las principales ventajas que ostentan los combustibles nucleares es que producen mucha más energía, de forma continua y a un precio razonable y, además, no generan emisiones de gases de efecto invernadero. Pero al mismo

¹⁰ Información entregada por Energía Nuclear (<http://www.energia-nuclear.net>).



tiempo es uno de los combustibles que genera más polémica en el mundo debido a que produce contaminación radioactiva, cuando las centrales nucleares funcionan de manera correcta la liberación de radioactividad es mínima y tolerable para el ser humano, ya que entre dentro de los márgenes de radiación natural que existe en la biosfera, el problema coexiste cuando ocurre un accidente en alguna de las centrales, aunque la probabilidad de que ocurran estos accidentes es muy baja, pero cuando suceden sus consecuencias son demasiado graves, por ejemplo, como ocurrió con el terremoto de gran magnitud que ocurrió en Japón en el año 2011 el cual origino fuertes daños a una planta nuclear la cual conllevó a una gran explosión de ésta, aunque el desastre nuclear no registro muertes como sí lo hizo el accidente de 1986 en la central nuclear de Chernóbil el número final de muertes atribuibles al escape radioactivo es difícil de estimar con exactitud.

Las personas que apoyan este tipo de energía ven en ella la solución al problema energético, ya que el combustible que requiere es el hidrógeno, que es muy abundante.

Hay que tener presente que aunque la producción de energía eléctrica sea la utilidad más habitual, la energía nuclear se puede aplicar en muchos otros sectores, como en aplicaciones médicas, medioambientales o bélicas¹¹.

¹¹ Información entregada por Energía Nuclear (<http://www.energia-nuclear.net>).



B. **Energías renovables:** estas han sido parte fundamental de la energía manipulada por el hombre desde los inicios de este, especialmente la solar, eólica e hidráulica. Luego profundizaron en otros tipos de energía como la mareomotriz, geotérmica y de biomasa. Un momento crucial dentro de las energías fue la llegada de la maquina a vapor la cual lleva a que el hombre abandone estas formas de energía por considerarlas poco estables en el tiempo y se empieza a utilizar el carbón y el petróleo como combustibles.

Al paso del tiempo el ser humano consideró las energías renovables como una alternativa a las energías tradicionales, debido a su disponibilidad garantizada esto contrasta con la disponibilidad de los combustibles fósiles que requieren de miles de años para su formación y también por su menor impacto ambiental. Varias de estas energías son ya una realidad y no una alternativa. Las energías consideradas renovables son las siguientes:

B.1. Energía solar: es la energía producida por el sol y además es una energía garantizada para los próximos 6.000 años. Se le denomina energía solar a aquella que llega a nosotros en forma de radiación electromagnética y se utiliza directamente como energía. Se trata de energía verde, por su nulo impacto ecológico debido a que es renovable y limpia. Cada año el sol arroja 4 mil veces más energía que la que consumimos, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado a escala humana. Los principales problemas de la



energía solar son que la potencia de ésta varía según el momento del día, condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud debido a que su distribución en el planeta no es de manera homogénea.

Uno de sus principales usos es la producción de vapor que se emplea en diferentes fines, principalmente la producción de energía eléctrica de manera similar a las centrales termoeléctricas convencionales.

B.2. Energía hidráulica: es la que se obtiene de la explotación de las energías cinética y potencial de la corriente de los ríos, saltos de aguas o mareas. El origen de esta radica en el ciclo hidrológico, en la evaporación solar y la precipitación que exaltan grandes cantidades de agua. La utilización más significativa la componen las centrales hidroeléctricas de represas.

Este tipo de energía tiene carácter de renovable ya que no se agota la fuente primaria al explotarla, además tiene la virtud de ser una energía limpia, ya que en su explotación no produce ningún tipo de sustancias contaminantes. El lado negativo de este tipo de energía es el impacto medioambiental que originan las grandes represas, por la severa alteración del paisaje e incluso la inducción de un microclima diferenciado en su emplazamiento. Las centrales hidroeléctricas generan una gran cantidad de energía muy significativa dentro de los países que las poseen. Últimamente se están realizando centrales minihidroeléctricas, mucho más acorde con el medio ambiente que la rodea y



que han sido beneficiadas con el progreso tecnológico, alcanzando un rendimiento y una viabilidad económica razonable.

B.3. Energía eólica: es la obtenida por la energía cinética del viento. Desde siempre el ser humano ha utilizado este tipo de energía de una forma u otra, por ejemplo, una de las maquinas que más aprovechan este tipo de energía son los barcos a vela, los molinos de viento y los aerogeneradores, ésta última es la que produce energía eléctrica, para que su instalación resulte rentable ésta se debe ser agrupada en un parque eólico. Al igual que las otras dos energías renovables mencionadas en los puntos anteriores ésta es un tipo de energía verde.

Sus principales ventajas son que no contribuyen al efecto invernadero ni contribuyen al cambio climático ya que no produce dióxido de carbono, su utilización combinada, generalmente con la energía solar, pueden abastecer a viviendas sin que estas tengan la necesidad de conectarse a redes de suministro, se pueden construir parques ecológicos en el mar, donde el principal elemento que es el viento es más fuerte, constante y el impacto ecológico es menor. Y por el contrario su principal desventaja es que existe una falta de seguridad en la existencia del viento, ya que este es el principal factor para que pueda funcionar este tipo de energía.



B.4. Energía mareomotriz: existen tres formas para aprovechar la energía que proviene del mar: las mareas, el gradiente térmico entre las aguas superficiales y profundas, y las olas. La energía mareomotriz puede ser convertida en energía eléctrica, esta energía es producida por las mareas según la posición relativa de la tierra y la luna. La energía maremotérmica se aprovechan los gradientes térmicos existentes en los océanos y mares establecidos entre aguas superficiales y profundas debido a la absorción de la radiación solar por una estrecha franja de agua superficial. En la utilización de este tipo de energía, se debe tener en cuenta que la temperatura en la superficie varia con la latitud y con el estación del año, tal cual como sucede con la energía solar.

En último lugar se encuentra la energía undimotriz, es aquella que proviene de las olas la cual es originada por la acción del viento sobre la superficie del mar. Se han desarrollados diversos sistemas para convertir dicha energía en energía eléctrica. Ésta también es considerada una energía verde (limpia).

B.5. Energía geotérmica: es la energía térmica que proviene del interior de la tierra producida por la desintegración natural y continúa de los isótopos radioactivos que existen en muy pequeña proporción en todas las rocas naturales.



Existen determinadas zonas en las que debido a formaciones geológicas específicas, se ha favorecido la ascensión de magma caliente quedando este atrapado entre rocas volcánicas en zonas próximas a la superficie generando un gradiente geotérmico superior a lo habitual. A estas zonas se les denominan yacimientos geotérmicos.

Los yacimientos geotérmicos se clasifican en tres grupos: Sistemas hidrotérmicos (contienen agua a alta presión y temperatura almacenada bajo la corteza terrestre en una roca permeable cerca de una fuente de calor), geopresurizados (es parecida al sistema hidrotérmico, pero se encuentra a mayor profundidad) y de roca caliente (formaciones de rocosas impermeables que tienen un temperatura elevada).

Hoy en día son los sistemas hidrotérmicos los más utilizados para fines energéticos, en particular para la generación de electricidad.

B.6. Energía de la biomasa: consiste en la materia orgánica que tiene su origen en un proceso biológico, ya sea espontáneo o provocado, que se utiliza como fuente de energía. La energía de la biomasa incluye plantas de crecimiento rápido, restos de animales, madera y algas cultivadas, entre otros.

Sin embargo, es una fuente de energía procedente en última instancia del sol, y tiene la característica de que puede convertirse en energía



renovable siempre y cuando sea utilizada de la manera correcta. La biomasa puede ser usada como combustible, o más bien para preparar combustibles líquidos como el etanol o el metanol, que luego serán usados en motores. Uno de los principales problemas de este proceso es que su rendimiento es ciertamente bajo.

También puede usarse la biomasa para obtener biogás, el cual se hace en depósitos en los que se van acumulando residuos de cosechas, restos orgánicos y otros materiales que pueden descomponerse.

Observando el mix energético mundial que existe, las únicas fuentes de energías capaces de competir con los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) son la nuclear y las renovables. Como se puede observar en el siguiente gráfico:



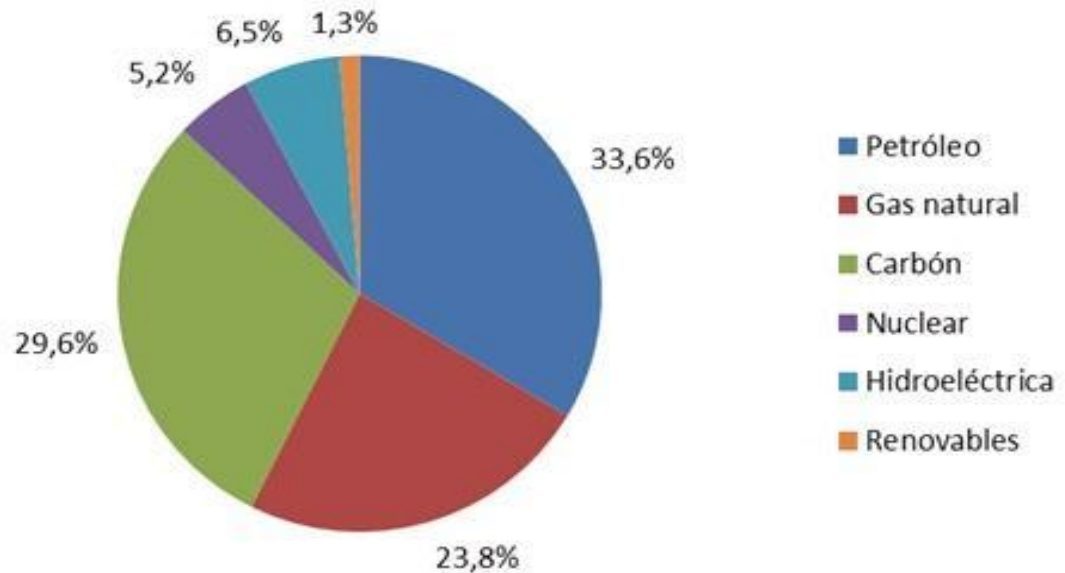
Gráfico 03: Consumo mundial de energía primaria por fuentes.

Gráfico elaborado a partir de los datos del 2010 entregados en el documento BP Statistical Review of World Energy, de junio del 2011.

2.2.2. FUENTES DE ENERGÍA SECUNDARIA

Las fuentes secundarias de energías, por el contrario de las energías primarias, no se encuentran de forma natural y espontánea en la naturaleza. Las personas la usan para poder almacenar o distribuir la energía que proviene de las fuentes primarias. Dentro de las energías secundarias se encuentran básicamente dos: la energía eléctrica, la cual es utilizada hasta el día de hoy y el hidrogeno poco utilizado hoy en día pero con un futuro muy comprometedor.

- A. **La energía eléctrica:** la forma más común de generar electricidad es a través del vapor a alta presión ésta mueve una turbina conectada a un generador.



Los combustibles fósiles y la energía nuclear son las fuentes primarias más utilizadas para la producción de electricidad. Pero cada vez toma más relevancia el empleo de fuentes renovables como la biomasa, la solar de alta temperatura o la geotérmica.

La electricidad es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Sin ella no existiría la iluminación conveniente, ni comunicaciones de radio y televisión, ni servicios telefónicos, y las personas tendrían que prescindir de aparatos eléctricos que son parte integral del hogar. La electricidad en la vida moderna es imprescindible tanto para los hogares como para las industrias.

B. **El hidrógeno:** no es una fuente de energía primaria. Su principal característica es actuar como vector de almacenamiento energético. El hidrógeno es el elemento más ligero, más básico y más ubicuo del universo. Cuando se utiliza como fuente de energía, se convierte en un combustible eterno, como no contiene un solo átomo de carbono, no emite dióxido de carbono. El hidrógeno no es fuente primaria de energía, no es un combustible que podamos extraer directamente de la tierra como el gas natural.

El hidrógeno se halla repartido por todo el planeta, ya sea en el agua, en los combustibles fósiles y en los seres vivos. Este tipo de energía debe ser



extraída de fuentes naturales, no se encuentra de manera libre en la naturaleza. Es considerada una de las fuentes de energía más limpia.

En este contexto, existen también otras energías secundarias, a continuación en la tabla 01 se podrán observar en forma detallada las energías secundarias existentes y la relación entre la energía secundaria, y su respectiva fuente:

Tabla 01: Fuentes de Energías Secundarias



Fuente	Energía secundaria
Petróleo Crudo	Petróleos Combustibles, Alquitrán, Diesel, Gasolina 93, 95 y 97, Gasolina de Aviación, Kerosene de Aviación, Kerosene, Nafta, Gas licuado (GLP), Gas de refinería, Coque de petróleo (Petcoke)
Carbón mineral	Coque mineral, Gas Coque, Gas de Altos Hornos, Alquitrán
Gas natural	Metanol, Gas Licuado (GNL)
Petróleo Combustible, Diesel, Gas Natural, Carbón, Biomasa, Hídrico, Biogás, Eólica, Solar	Electricidad
Gas Licuado, Gas Natural	Gas de ciudad
Biomasa	Biogás

Fuente: Comisión Nacional de Energía.

2.3 Situación energética de Chile



La realidad energética chilena pareciera que viviera en un peligro de crisis permanente, ya sea por sequías, falta de gas natural, alto costo de la electricidad, etc. A continuación se especificarán las razones que podrían explicar esta situación.

2.3.1. Estructura energética de Chile (Matriz energética)

La matriz energética corresponde al mix de energías que utiliza un país para generar la energía eléctrica que necesita.

En la actualidad, la generación de energía eléctrica en Chile, es gestionada enteramente por el sector privado bajo cuatro sistemas: el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), el Sistema Eléctrico de Aysén y el Sistema Eléctrico de Magallanes, éstos sistemas son los encargados de la transmisión y distribución hasta su uso final. El SING y SIC son los sistemas más grandes que en conjunto concentran un 99% de la capacidad instalada en Chile. Los sistemas eléctricos de Aysén y Magallanes, en cambio son menores y cuentan con varios subsistemas no interconectados entre sí, cuya existencia se explica por el aislamiento geográfico, lo que los hace muy costosos integrarlos al Sistema Interconectado Central.

El SING está constituido por el conjunto de centrales generadoras y líneas de transmisión interconectadas que abastecen los consumos eléctricos ubicados en las regiones I y II del país. Aproximadamente, el 90% del consumo del SING está



compuesto por grandes clientes, mineros e industriales, tipificados en la normativa legal como clientes no sometidos a regulación de precios. El resto del consumo, está concentrado en las empresas de distribución que abastecen los clientes sometidos a regulación de precios¹².

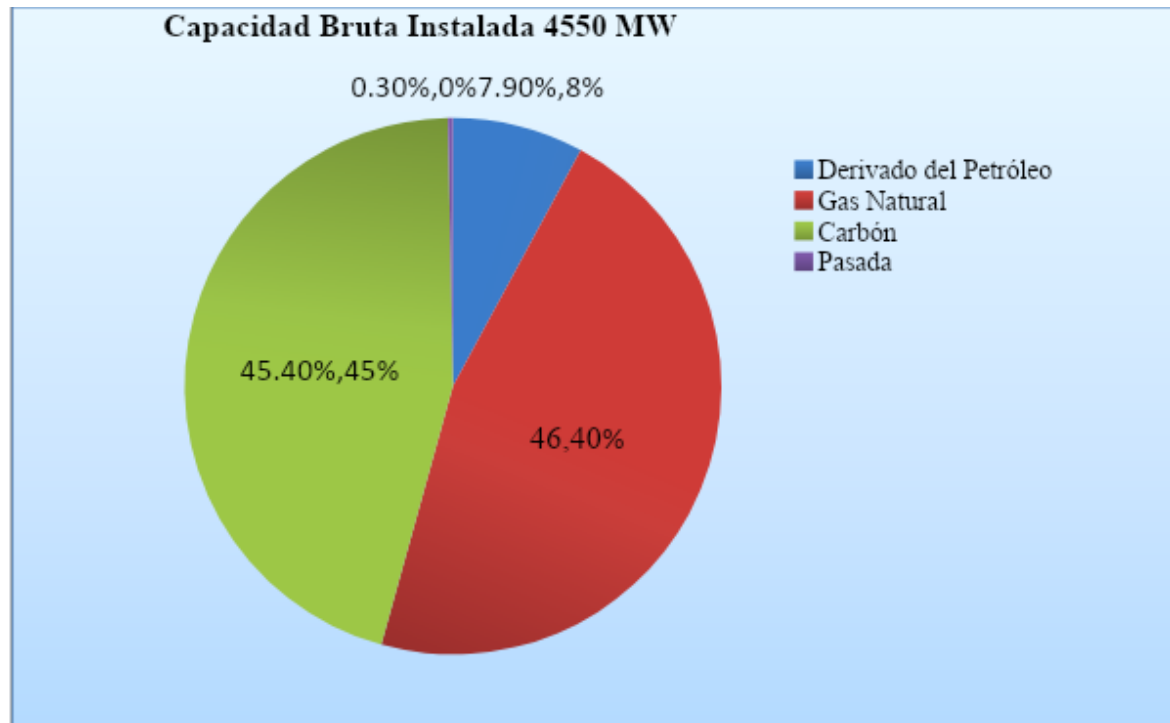
Las centrales que se encuentran operativas en el SING suman una potencia instalada de 4.550 MW (Mega Watt) (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales). Las centrales que componen el SING se pueden observar en anexo 01.

El SING cuenta con un cuarto de la potencia instalada a nivel nacional y a diferencia del resto del país está constituida casi exclusivamente por centrales termoeléctricas como se puede observar en el anexo 01.

Gráfico 05: Capacidad instalada según tipo.

¹² Definición entregada por la Comisión Nacional de Energía.





Elaboración: Propia. Fuente: Central de información y discusión de energía en Chile. El objetivo de este gráfico es dejar entrever el único combustible, el más relevante.

El desarrollo de la matriz del norte grande sufrió un gran impacto a partir del año 1999 cuando entró al mercado energético, centrales cuyo combustible principal era el gas natural procedente de Argentina. En ese momento aumentó fuertemente la capacidad instalada debido a la inserción de este combustible a la matriz.

El SIC es el principal sistema eléctrico del país, entregando suministro eléctrico a más del 90% de la población del país. El SIC se extiende desde la ciudad de Taltal por el norte, hasta la Isla Grande de Chiloé por el sur.

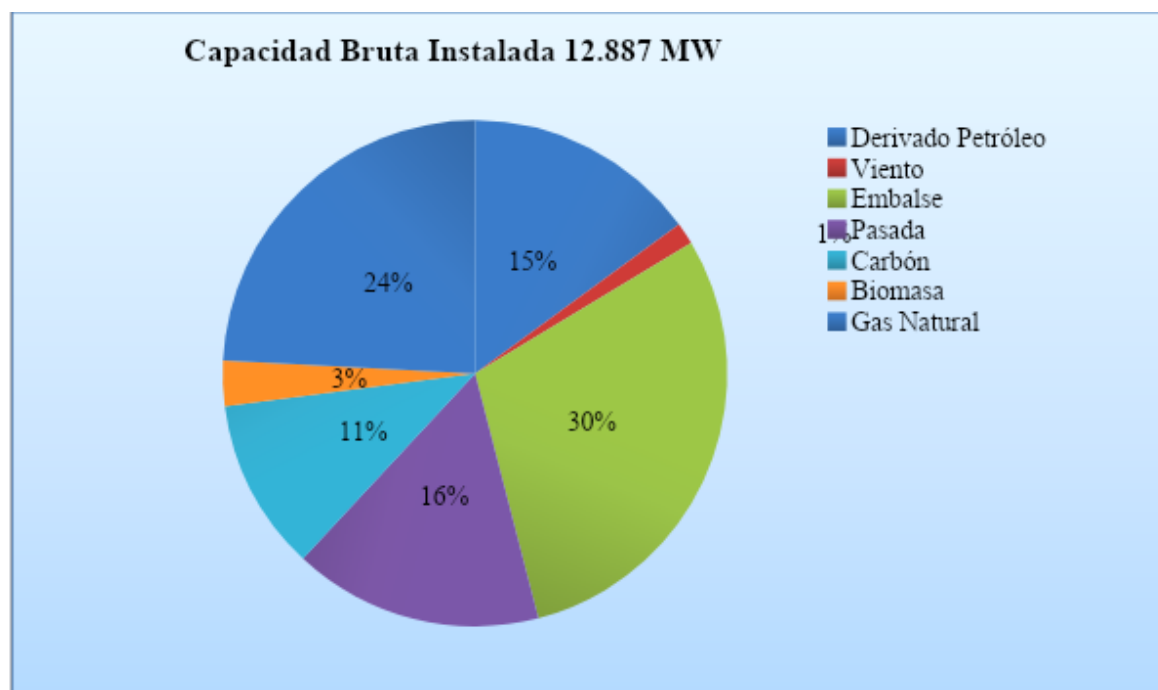
A diferencia del SING., el SIC abastece un consumo destinado mayoritariamente a clientes regulados (60% del total)¹³.

Las Centrales que hoy en día se encuentran operando en el SIC, suman una capacidad instalada de 12.887 MW (potencia es bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales). Las Centrales que componen el SIC se pueden observar en el anexo 02.

El SIC cuenta con tres cuartos de la potencia instalada a nivel nacional y suministra a más del 90% de la población. Antiguamente en Chile predominaban las centrales hidroeléctricas, pero a mediados del año 1990 las centrales termoeléctricas tomaron un rol significativo en el parque generador de energía, representando hoy una parte mayoritaria de la potencia instalada, como se puede observar en el siguiente gráfico:

¹³ Definición entregada por la Comisión Nacional de Energía.



Gráfico 06: SIC capacidad bruta instalada según tipo.

Elaboración: Propia. Fuente: Central de información y discusión de energía en Chile.

Dentro del SIC existen una gran variedad de empresas generadoras, no obstante, es un mercado altamente concentrado. Endesa es por lejos el actor más relevante del mercado eléctrico seguido por Colbún y AES Gener.

El Sistema de Aysén atiende el consumo eléctrico de la XI Región. La empresa que predomina es EDELAYSEN S.A., quien desarrolla las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica¹⁴. Las centrales que se encuentran operativas en el Sistema Eléctrico de Aysén suman una potencia instalada de 50 MW

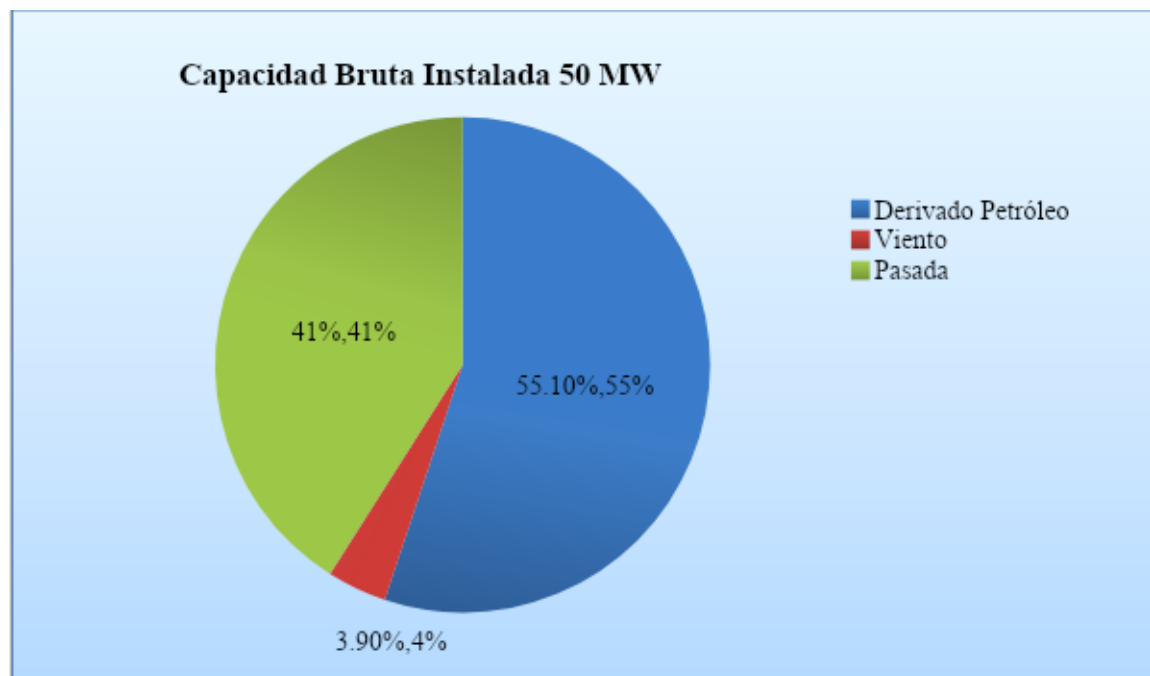
¹⁴ Definición entregada por la Comisión Nacional de Energía.



(potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales). La lista completa de las centrales de Aysén se pueden observar en el anexo 03.

El sistema eléctrico de Aysén es el sistema más pequeño del país en cuanto a potencia instalada como en relación a la población a la que abastece. Si bien posee algunas unidades hidroeléctricas, predominan las pequeñas unidades de termoeléctricas a base de diesel.

Gráfico 07: Sistema de Aysén capacidad bruta instalada según tipo.



Elaboración: Propia. Fuente: Central de información y discusión de energía en Chile.

Durante los últimos 20 años Aysén pasó de ser un sistema de algo más de 11 MW. instalados, 80% hidroeléctrico, a uno de más de 50 MW mayoritariamente termoeléctrico.

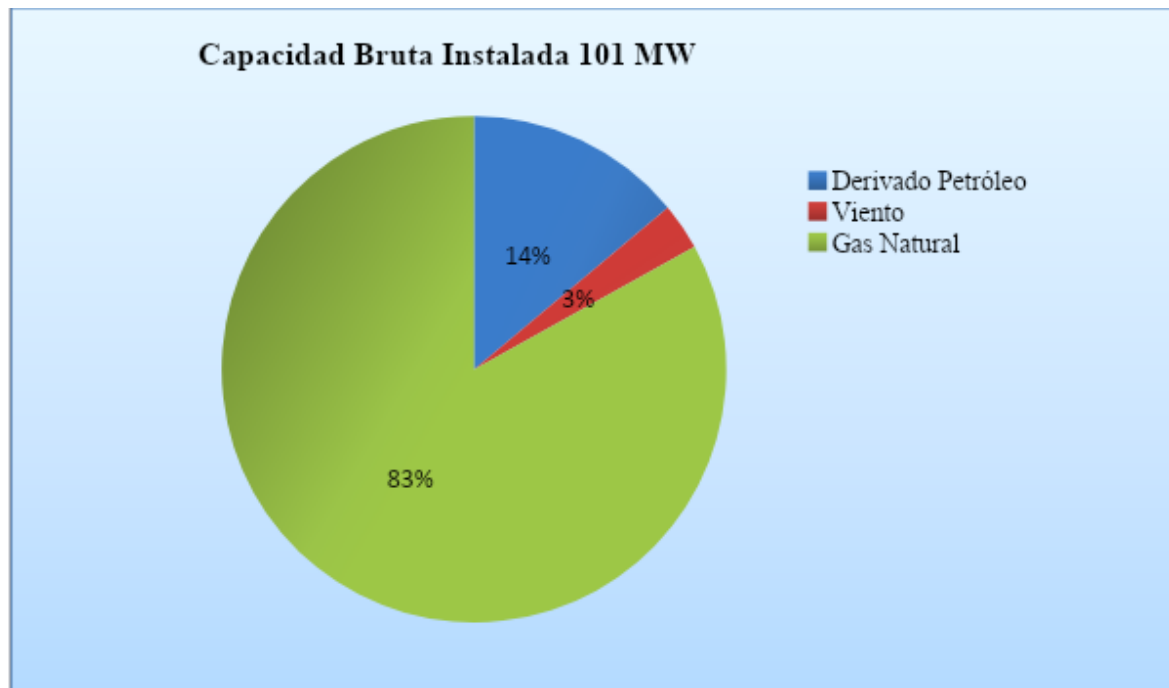
El Sistema de Magallanes está constituido por cuatro subsistemas eléctricos: Los sistemas de Punta Arenas, Puerto Natales, Puerto Williams y Puerto Porvenir, en la XII Región, siendo cada uno de ellos 100% térmicos.

La empresa con mayor preponderancia en este sistema es EDELMAG S.A. con una participación del 97%, seguido por Methanex Chile con un 3%.

Las centrales que se encuentran operativas en el Sistema Eléctrico de Magallanes (Magallanes) suman una potencia instalada de 101 MW (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales). La lista completa de las centrales de Magallanes se pueden observar en el anexo 04.

El sistema de Magallanes basa su generación en un parque dominado casi únicamente por centrales termoeléctricas. La única fuente alternativa es un parque eólico.



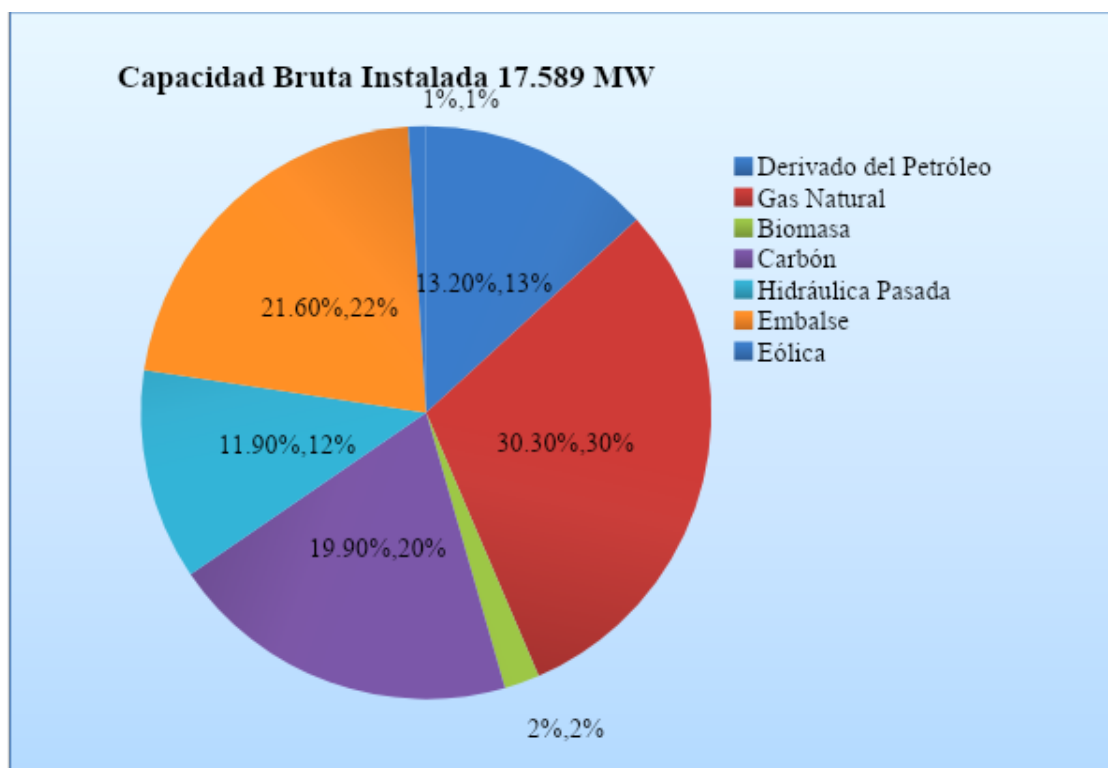
Gráfico 08: Sistema de Magallanes capacidad bruta instalada según tipo.

Elaboración: Propia. Fuente: Central de información y discusión de energía en Chile.

En los últimos 20 años la potencia instalada en la zona se ha triplicado manteniendo siempre una total dependencia de combustibles como gas natural y diesel. Recién el año 2010 se concretó el primer proyecto no térmico (un parque eólico).

Chile posee una matriz energética con un total de capacidad instalada de 17.589 Mega Watt, según el informe entregado por el Ministerio de Energía, a fines del 2011 y se puede observar en el siguiente gráfico:



Gráfico 07. Total de capacidad bruta instalada según tipo.

Elaboración: Propia. Fuente: Central de información y discusión de energía en Chile.

Chile es un país que cuenta con recursos energéticos propios limitados (especialmente fósiles: petróleo, gas natural y carbón). Actualmente Chile importa la mayoría de la energía que consume (tres cuartas partes aproximadamente). A esto se le agrega que su principal fuente de energía, la Hidroeléctrica, se ve sometida a la diversidad del clima chileno, a agentes externos impuestos por la naturaleza y los fenómenos climáticos como “la niña”.

Dentro de la matriz energética de Chile debemos diferenciar aquellas de origen convencional, tales como, el petróleo, carbón, gas natural, electricidad y la energía nuclear. De aquellas de origen no convencional podemos distinguir la eólica, solar, biomasa, mareomotriz, geotérmica y la energía hidráulica.

Es un hecho que hoy en día en Chile existe una fuerte preocupación por la composición de la matriz energética, esto se debe por las constantes alzas y volatilidad de los precios, riesgos de desabastecimientos (caso del gas natural desde Argentina), y la creciente oposición a proyectos de generación eléctrica por consideraciones socioambientales (Proyecto HidroAysén).

El consumo de electricidad de Chile sigue aumentando en conjunto con el consumo de combustibles fósiles, Chile carece de una buena política energética, carencia suplida por una limitada propuesta de oferta eléctrica, por ende Chile tendrá que seguir importando las energías de las cuales carece, lo cual hace que tenga una gran dependencia de las fuentes de energías externas, aumentando los riesgos por la disponibilidad y el precio.

El gran desafío para Chile hoy en día, es lograr una mayor diversificación de su matriz energética, por medio de fuentes propias de energía, tales como las energías no convencionales. Chile necesita invertir más en energías renovables no convencionales, en las que ya tiene, y en otras que no ha incursionado, tales como, energía solar, mareomotriz o geotérmica. Actualmente existe una fuerte preocupación por la huella de



carbono que dejan los combustibles fósiles, y hoy en día el mundo avanza hacia el desarrollo de economías bajas en carbono, lo que implica que Chile debe adecuar su matriz.

La economía chilena es una economía altamente eficiente y conectada a través de tratados internacionales y no puede hacerse a un lado con las exigencias de los mercados internacionales en relación a la huella de carbono que emiten los combustibles fósiles.

La generación de energías renovables no convencionales no solo es positiva en términos de las disminuciones de carbono o gases de efecto invernadero, sino que constituyen un importante incentivo para el país en el aspecto económico, por ejemplo, la explotación de ERNC en países como Alemania son una gran fuente de empleos, lo cual para Chile sería de real importancia. Chile de ésta forma podría posicionarse como proveedor de servicios, en base a ERNC, para América Latina el cual es un mercado emergente y creciente.

2.3.2. Crisis Energética

A través de la historia Chile ha enfrentado varias crisis energética, éstas situaciones de desabastecimiento han obligado a tomar medidas que van desde el ahorro hasta el racionamiento. Existen tres situaciones que han marcado la historia energética de Chile, en 1968 se prohibieron los letreros luminosos, debido a que el país pasaba por una grave



sequía lo cual había generado un desabastecimiento de energía. A fines de 1980, sucesivos eventos de sequía que el país venía arrastrando desde hace años generaron una grave vulnerabilidad en el abastecimiento eléctrico, dejando en evidencia la excesiva dependencia del país en la generación de energía hidráulica. En 1989 se aplicó el primer plan de ahorro eléctrico, y recién a mediados de 1990 se decidió diversificar la matriz energética, con la incorporación del gas natural para la generación eléctrica, con el fin de asegurar el suministro energético. El bajo costo del gas natural, junto al bajo costo de inversión en las instalaciones de plantas térmicas, concentró el desarrollo eléctrico casi exclusivamente en este combustible, generándose una nueva realidad de vulnerabilidad energética dependiente de un solo combustible y un solo proveedor.

En 1998 y 1999 la crisis energética golpeó fuertemente a Chile lo que llevó a un severo racionamiento de energía, el cual ocasionó problemas viales por la falta de electricidad. La crisis de abastecimiento de gas natural desde Argentina se hace evidente a partir del año 2002, luego que dicho país atravesará por una fuerte crisis económica lo que conllevó a una disminución de inversiones en el sector, en el año 2003 el consumo de gas natural en Argentina creció considerablemente lo que hizo que éste país compitiera con los compromisos de suministro de gas hacia Chile.

A pesar de las variadas propuestas de organizaciones ecológicas en Chile para enfrentar la crisis energética, diversificando la matriz energética con fuentes renovables nacionales con el objetivo de disminuir la dependencia y la contaminación que provocan



los combustibles fósiles (gases de efecto invernadero), el gobierno continuo apegado a energías convencionales, importando más de lo mismo (gas natural licuado) pero en esta ocasión desde otros países. El gobierno continuó con las negociaciones con Argentina para recuperar los niveles de suministro. Alejándose así de enfrentar la crisis con una decisión inmediata de diversificación de la matriz, el gobierno y el empresariado energético concentraron su estrategia en presionar al gobierno argentino, trasladando la situación al borde de una crisis diplomática, tras este problema el gobierno consideró el aprovechamiento de los recursos renovables nacionales luego de las insistentes demandas de sectores que propiciaban el aprovechamientos de dichos recursos.

Nuevamente en el año 2007 y 2008 Chile enfrenta otro problema de desabastecimiento, por parte de Argentina el principal proveedor de gas natural de Chile atravesaba una fuerte crisis energética la cual perjudicó a Chile cuando éste país decidió disminuir los envíos de gas (llegando incluso a cero en una ocasión), a esto se le suma que Chile nuevamente afrontaba una sequía, y además hubo un alza de los precios del diesel, por consecuencia de la subida del precio del dólar , lo que llevo a que la matriz se encareciera más debido a que en ese entonces la matriz se alimentaba, principalmente, de diesel.

Hoy, nuevamente afrontamos una sequía, producto del fenómeno de la niña que tiene a los principales embalses del país con déficits, es por esto que se hace necesario aprovechar otros tipos de fuentes renovables, para así no solo utilizar la energía



hidráulica, producida principalmente a partir de grandes represas, ya que esta energía no es sustentable debido a que depende directamente de las condiciones climáticas (frecuencias de aguas lluvias) y genera impactos socioambientales importantes. Aunque Chile es pobre en combustibles fósiles es un país rico en fuentes renovables de energía.

Los impactos por las incesantes alzas del precio del petróleo en el mercado internacional y la crisis por la demanda de gas natural, demuestran la ineficiencia de la política energética nacional. Aunque el país no está desabastecido, existen altos costos por la dependencia de los combustibles fósiles externos y por la vulnerabilidad del sistema. Hoy nos encontramos frente a un problema de abastecimiento de gas y agua, lo que conlleva a que las centrales operen con diesel y es aquí donde entra otro factor fundamental, el acuerdo pos Kioto, y en donde se acordó los niveles exigibles de gas efecto de invernadero, estas exigencias son denominadas como las barreras verdes a las cuales Chile debe acogerse. Frente a esta preocupante situación se espera lograr que las fuentes renovables no convencionales se conviertan en la columna vertebral para la generación de energía en Chile y ayude al país a salir de la dependencia externa de combustibles (petróleo y gas natural), y a no sufrir por los cambios climáticos y fenómenos naturales que causan la falta de aguas lluvias, para así no caer nuevamente en eventuales crisis energéticas.

2.3.3. Demanda y oferta de energía en Chile.



A continuación se explicará de manera resumida como se ha comportado históricamente la oferta y demanda de energía eléctrica en Chile.

2.3.3.1 Oferta de energía en Chile

La oferta de energía eléctrica en Chile se ha desarrollado esencialmente a partir de fuentes de energía tradicionales, tales como, el carbón, gas natural, derivados del petróleo (diesel). Chile debe importar la mayoría de estas energías debido a que en el territorio no hay grandes hallazgos de estos combustibles para poder mantener la matriz energética del país, es por esto que Chile es dependiente de otros países para poder satisfacer la demanda de energía eléctrica.

La oferta de energía eléctrica está dada por dos fuentes primordiales: Hidroeléctrica y Termoeléctrica. La generación de energía eléctrica es aportada por Generadoras de servicio público (todas las entidades productoras de energía eléctrica para ser consumida por terceros) y Generadoras de autoproducción (empresas industriales o mineras que producen energía para su propio consumo).

En las Centrales Térmicas existen centrales de ciclo combinado que fue incorporada al sistema central en 1999, la cual utiliza como elemento motor los gases calientes de la combustión del gas natural, mientras que la misma combustión genera el vapor que mueve las turbinas. Además existen centrales térmicas alimentadas con diferentes combustibles, tales como, el carbón, gas natural, el petróleo, la leña y desechos.



Las centrales hidroeléctricas se describen como una fuente económica en su etapa de producción, pero dada la geografía de Chile éstas se deben ubicar al sur de Chile lo cual hace que los costos suban al ser transmitida.

La oferta de electricidad la entregan cuatro sistemas independientes no conectados entre sí: SING, SIC, Sistema Eléctrico de Aysén y el Sistema Eléctrico de Magallanes (véase en el punto 2.3.1.).

En el 2011, el país generó 63.711 GWh de electricidad aumentando considerablemente respecto a los años anteriores (gráfico 08). Ésta variación positiva se ve explicada por el aumento de las generadoras hidráulicas en un 21,5%, las centrales eólicas en un 17,4% y las centrales térmicas en un 15,6%, sólo las generadoras de ciclo combinado a gas natural disminuyeron su producción de energía en comparación al año anterior (ver gráfico 09).

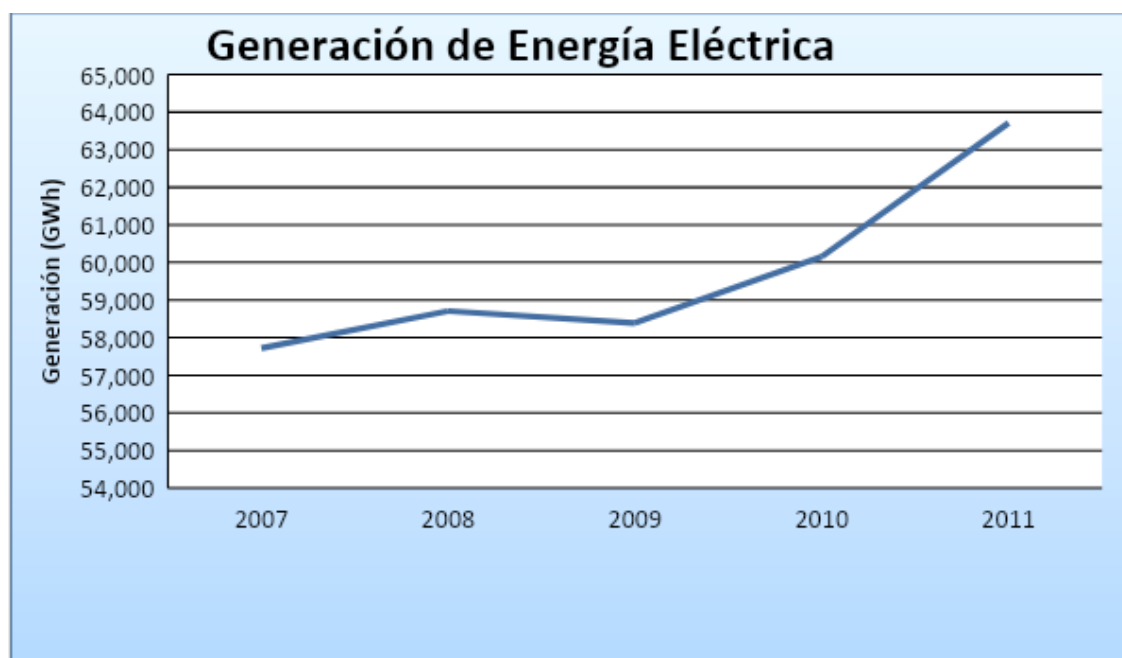
De la cantidad total de energía eléctrica generada un 45,7% es contribuido por las plantas térmicas, un 38,3% por las plantas hidráulicas, un 15,5% por las generadoras a ciclo combinado y un 0,5% por las centrales eólicas.

En tanto las regiones que mostraron los mayores incrementos son: Maule con un 49,8%, Aysén con un 13,3% y Bío-Bío con un 12,4% entre otras, y las regiones que muestran las mayores disminuciones son: Tarapacá con un 45,9%, Los Lagos con un 29,9% y O'Higgins con un 12,3% entre otras (ver gráfico 10).



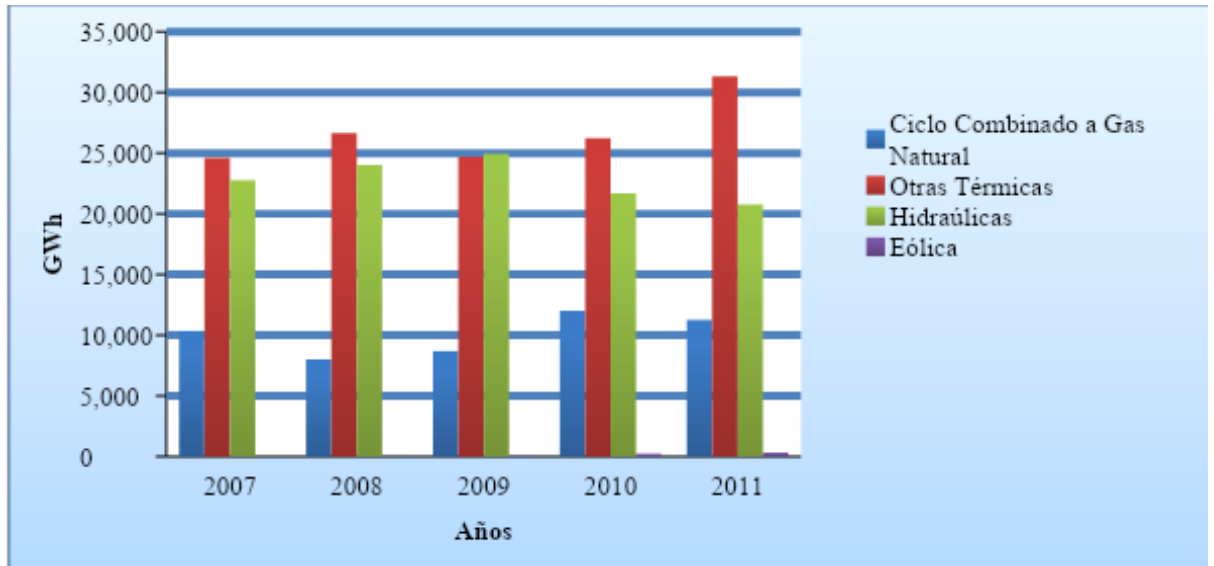
Aunque el crecimiento de la oferta fue positivo ésta se ve afectada por las constantes sequías y las dificultades con el abastecimiento desde países vecinos, en particular Argentina, han afectado negativamente a la generación y al precio de energía, debido a que se debió reemplazar en ciertos casos el gas natural por diesel lo cual encarece el costo de producción, reflejándose en alzas en los precios de la electricidad para su consumo final, es por todo esto que hoy en día pasamos por una extensa campaña de ahorro de energía.

Gráfico 08: Oferta de energía.



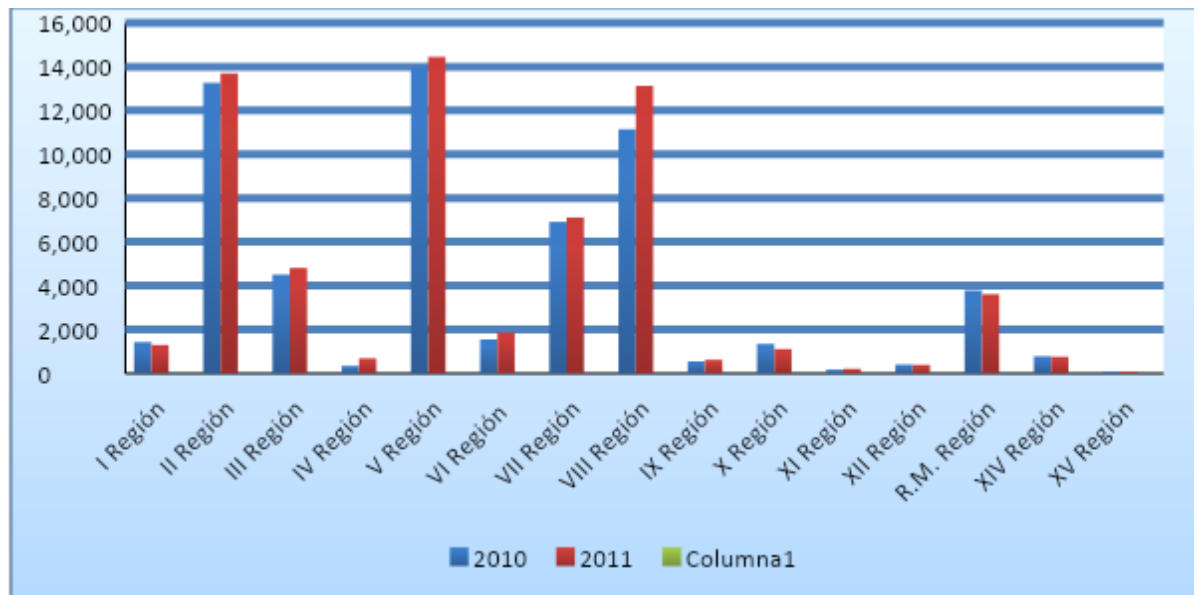
Elaboración: Propia. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas- Chile.

Gráfico 09: Generación eléctrica por tipo y aporte. (GWh)



Elaboración: Propia. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas-Chile

Gráfico 10: Generación eléctrica por regiones (expresado en GWh).



Elaboración: Propia. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas-Chile. Más detalles ver anexo 05.



2.3.3.2. Demanda de energía en Chile

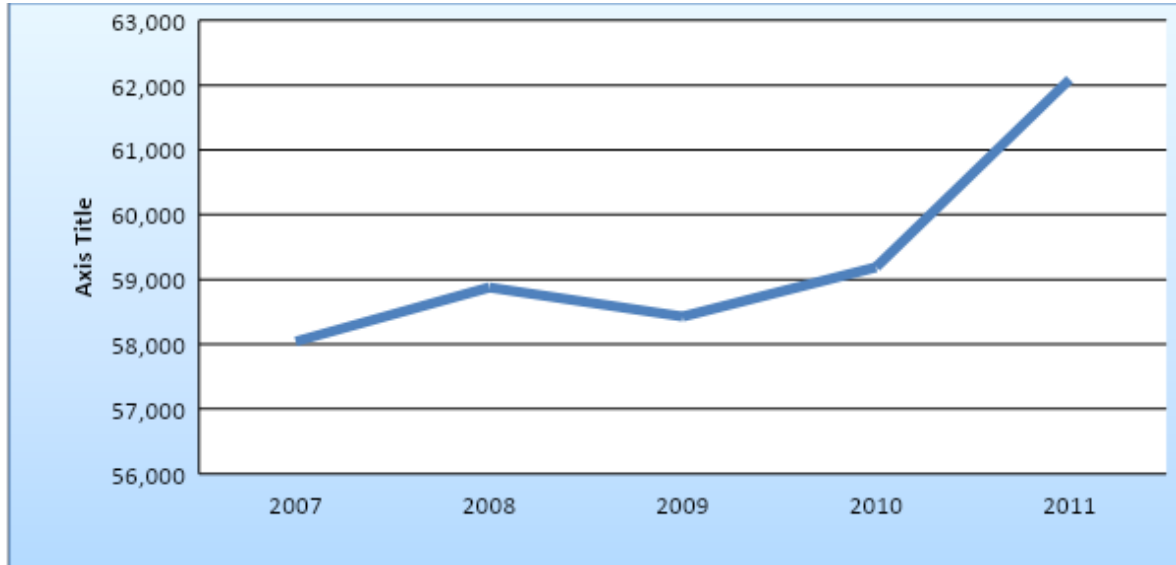
En el transcurso del tiempo la demanda por la electricidad en Chile ha ido aumentando (ver gráfico 11). El crecimiento de la demanda de electricidad está dado por el crecimiento económico, lo que implica un mayor poder adquisitivo de la población y por ende un mayor porcentaje de penetración de artefactos de alto consumo eléctrico, el crecimiento de la población durante estos últimos años. También la demanda creció por el aumento de la oferta, pero en ocasiones se han registrado inconvenientes para poder satisfacer la demanda.

Otra posible causa del crecimiento de la demanda es el crecimiento de los sectores económicos, los principales consumidores de energía eléctrica es el sector minero, seguido por el sector industrial (ver gráfico 12).

Ante tal crecimiento el gobierno de Chile, ha tomado una serie de medidas para reducir la demanda de energía, lo que busca el gobierno con estas medidas es impedir cortes en el abastecimiento. Las medidas han sido promulgadas para diferentes sectores de la economía, por ejemplo, en el sector residencial están promoviendo el ahorro de energía través del uso de ampolletas de bajo consumo, prorrogando el horario de verano e incentivando al ahorro de energía a través de diferentes campañas publicitarias.

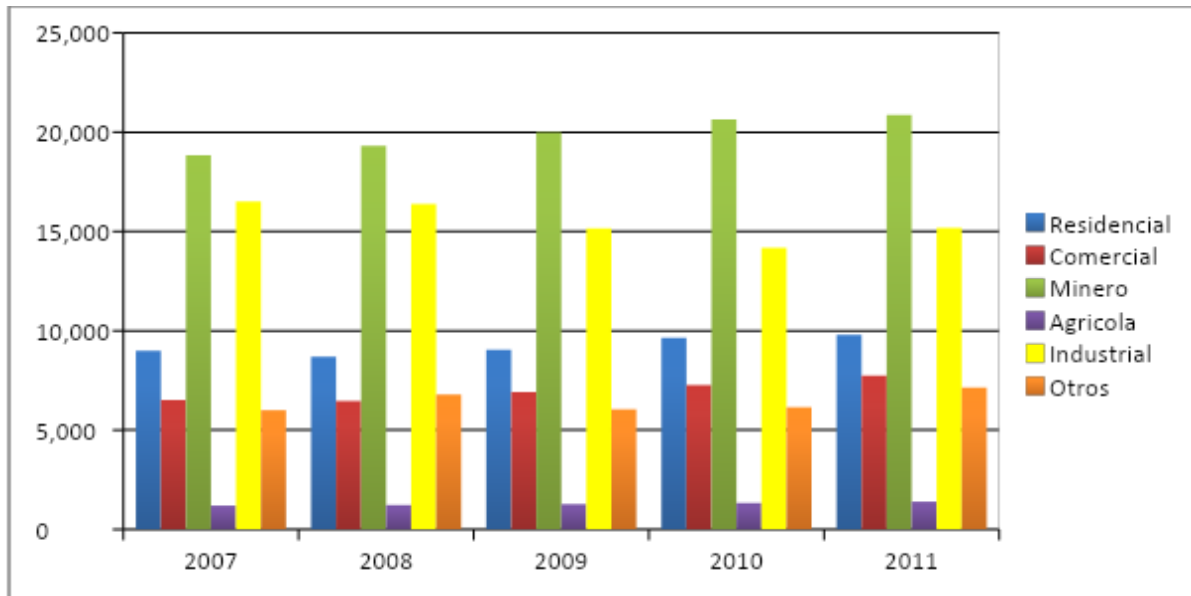


Gráfico 11: Total demanda por años (GWh).



Elaboración: Propia. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas-Chile

Gráfico 12: Demanda por tipo de clientes (GWh).



Elaboración: Propia. Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas-Chile

2.3.4. Proyección de la oferta y demanda de energía en Chile

Como se mencionó en el punto anterior, en la medida en que Chile crece mayor energía requiere, produciéndose un natural enganche entre economía y energía. Por ende, el desafío de Chile hoy es contar con recursos energéticos suficientes y competitivos para apoyar ese desarrollo.

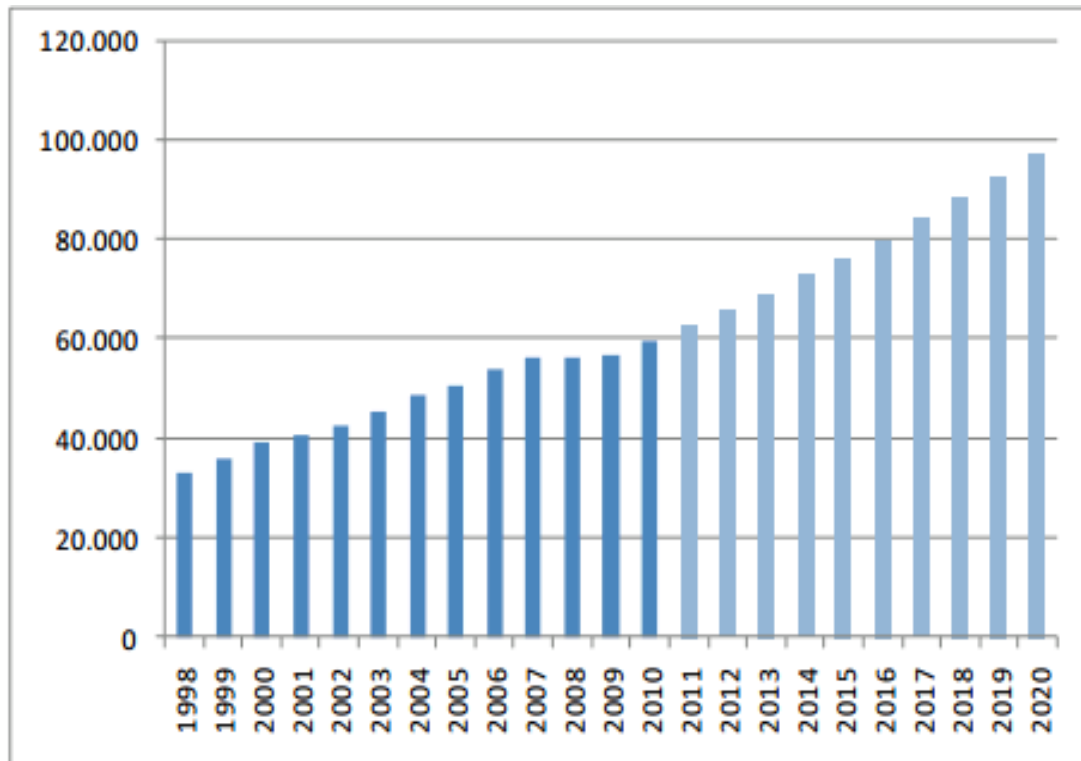
La demanda de energía eléctrica en Chile seguirá creciendo a un ritmo constante en los próximos años, por ende la oferta de energía se ve obligada a tratar de seguir creciendo al mismo ritmo de la demanda (ver gráfico 13).

En la actualidad Chile se encuentra desarrollando proyectos de generación basados en energías renovables, las que proveerán de más energía para abastecer así la demanda que se proyecta para el año 2025 la Comisión Nacional de Energía.

La implementación de las políticas de eficiencia energética en Chile, junto con el desarrollo de energías renovables, permitiría elevar la meta obligatoria establecida por la Ley 20.257 de un 5% a un 10% en el año 2024 (ver anexo 06), pero hoy en día existe una meta más ambiciosa llamada 20/20 (ver anexo 07). Esta meta fue proclamada por el actual Gobierno del Señor Sebastián Piñera.

Chile posee una gran cantidad de energías renovables no convencionales los cuales son de calidad mundial. Al ser Chile un país de economía abierta, permite que las brechas tecnológicas y de mercado se puedan reducir de manera considerable, lo que permitirá expandir y acelerar significativamente el desarrollo de estos recursos.



Gráfico 13: Proyección de la demanda de electricidad (GWh).

Elaboración: propia. Fuente: Datos históricos, Comisión Nacional de Energía.

A través de este capítulo se puede observar la real importancia de las energías renovables no convencionales a nivel nacional e internacional, debido a que estas son consideradas energías limpias. El alto nivel de contaminación, su escasez, los volátiles precios de los combustibles fósiles han dado paso a incursionar en fuentes de energías renovables no convencionales. Actualmente Chile se encuentra bajo una difícil situación debido a que es altamente dependiente del mercado eléctrico extranjero, ya que no se ha encontrado un gran cantidad de combustibles fósiles que puedan disminuir esta dependencia, y a esto se le suma a que el país se ha visto afectado por múltiples



fenómenos naturales que han traído como consecuencia constantes sequías lo que causa una falta de seguridad en el suministro energético esto se debe a que la matriz energética de Chile está constituida principalmente por hidroeléctricas. Todos estos antecedentes han permitido de manera paulatina que las ERNC tomen un lugar dentro de la matriz energética de Chile.



ue ap e
l TE" :

- Bionegocios
- ¿Qué es el biogás?
(externalidad positiva)
- Características del biogás
- Producción del biogás
- Aspectos comerciales



CAPÍTULO 3: EL BIOGÁS COMO FUENTE DE ENERGÍA.

Hoy en día el calentamiento global, la contaminación ambiental y la búsqueda de nuevas alternativas energéticas, es un tema que está en boga en todos y cada uno de los paneles internacionales que se realizan alrededor de nuestro planeta. En este sentido, Chile ha sostenido el tema durante los últimos años, en busca de una solución estratégica que favorezca su desarrollo, ya sea por el factor implícito que mantiene con la economía en general, como también por el impacto específico sobre el sector silvoagropecuario.

En este momento Chile posee una alta dependencia de energías no renovables, donde cerca del 70% son importadas además del 98% del petróleo consumido. De ésta manera es imperiosamente necesario que el Estado se abra respecto a la diversificación y la seguridad energética, utilizando los recursos renovables de forma sustentable. Con este fin, nos encontramos con las llamadas energías limpias las cuales son un sistema de producción que no provocan ningún tipo de contaminación, ni generan residuos.

Las energías limpias son, desde este punto de vista, una energía que se encuentra en pleno desarrollo en vista de la preocupación que tenemos por la contaminación del medio ambiente y por la crisis de energías agotables como el gas o el petróleo. Es así, como dentro de este grupo de energías, nos encontramos frente al Biogás, el cual presenta características muy atractivas para su utilización, como lo es el ser uno de los vectores eléctricos más versátiles, pudiendo ser utilizado para generar electricidad o



calor, para refrigeración, como combustible para vehículos o convirtiéndolo en biometano para alimentar la red de gas natural.

La producción del biogás se obtiene después de un proceso de fermentación anaeróbica natural dentro de un ambiente controlado que permite su captura y utilización posterior, normalmente dentro de un biodigestor.

Es así, que el biogás gas asoma como una gran alternativa, tanto para explotar nuevas fuentes de energía para abastecernos en los años venideros, como también para lograr cierta autonomía en la generación de las mismas, lo cual nos favorecería en el contexto Globalizado en el cual está inmerso nuestro país, permitiéndonos blindarnos de alguna manera frente a alguna eventual crisis energética Internacional que pudiese presentarse en los siguientes años.

Desde el punto de vista silvoagropecuario, este tema representa una gran oportunidad, ya que el hecho de transformar al país en potencia agroalimentaria, trae implícito el implementar aspectos más allá de la propia productividad, como lo es el desarrollar una agricultura limpia, ambientalmente sostenible, que mantenga una certeza energética y optimizando la utilización del recurso tierra. Estos son los ámbitos en que el biogás representa una alternativa viable y ventajosa, para muchas actividades agropecuarias.

El biogás, representa una oportunidad también para las grandes ciudades, en función de la reutilización de los desperdicios, volviendo los vertederos en nuevas fuentes de



negocio, según esto en nuestro país existe un escenario muy favorable para la implementación del biogás, donde podemos destacar las siguientes características:

La diversificación de la matriz energética es un imperativo de Estado.

Hay una crisis energética latente, tanto por disponibilidad como por precios.

La biomasa para generar biogás está disponible; más aún, esta preexiste como residuo de muchas actividades agropecuarias y agroindustriales: como también de los residuos urbanos. Por lo tanto, no compite con el uso de la tierra.

La producción de biogás controla la emisión de metano a la atmósfera, reduciendo el efecto invernadero.

Su versatilidad de uso como combustible y precursor en la generación de electricidad y calor, y su capacidad de almacenaje, le otorgan grados de flexibilización de tiempo y espacio, y diversidad de aplicación.

La tecnología para producir biogás conlleva fuertes elementos de inclusión social, dada su accesibilidad para distinta escala o tamaño de productores, y a valores alcanzables.

La producción limpia y la trazabilidad son condiciones básicas para la exportación de producción agropecuaria.

La existencia de normativa que obliga al tratamiento de los riles, como son los Decretos Supremos 46 y 90, que exigen un manejo de las descargas de residuos.



La Ley Corta II de generación eléctrica es una oportunidad para comercializar electricidad producida por esta fuente.¹⁵

3.1 Bionegocios

Los bionegocios son actividades económicas basadas en el uso sostenible de la diversidad biológica, y los diferentes ecosistemas que la integran. Si bien, los Bionegocios son una actividad económica, estos se rigen por variables sutilmente distintas a las de los negocios tradicionales. A saber:

Los Bionegocios son más bien intensivos en Investigación y Desarrollo y no tanto en ventas, marketing o manufactura.

Generalmente, los bionegocios toman años en convertirse en operaciones rentables, por lo que tienen que ser financiados por inversionistas por mucho tiempo antes de que empiecen a generar utilidades.

En muchos casos es igual o más importante asegurarse que la tecnología o ciencia detrás de la bioempresa funcione a la perfección, que preocuparse del marketing o las ventas, pues si la tecnología funciona, (y una bioempresa es intensiva en I+D) es muy probable que exista un comprador.

¹⁵ Promulgada en marzo de 2004, la ley N° 19.940, también llamada Ley Corta I, reguló el mercado de la transmisión, definiéndole un carácter de servicio público. Su objetivo fue asegurar el suministro eléctrico y mejorar la interconexión entre el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y el Sistema Interconectado Central (SIC).



Para entender mejor este concepto, es necesario saber que entendemos por bioempresa. Bioempresa es toda empresa que hace y da vida, concibe y produce bioactivadores generadores naturales y espontáneos de energías vitales emiten campos de alto poder bioenergética, acelerando y optimizando los procesos naturales de regeneración y sanación de los organismos vivos.

La gran diferencia, entre una bioempresa y una empresa tradicional, es que la bioempresa en si misma se dedica principalmente a la investigación y su objetivo esencial es proveerle soluciones innovadoras, usando biotecnología, a empresas más grandes que necesitan de nuevos desarrollos para seguir creciendo. Un bionegocio, satisface las necesidades de I+D que tienen otros, y no necesariamente se preocupa de satisfacer al cliente final o al usuario en el mercado.

Se podría decir que una bioempresa opera un modelo B2B (business to business), ya que su cliente directo es otra empresa que le paga por investigar y desarrollar nuevos productos o soluciones usando herramientas biotecnológicas. Es común que una empresa biotecnológica use una plataforma tecnológica que puede tener múltiples aplicaciones.

Una ventaja que poseen las verdaderas bioempresas es que su riesgo de mercado (que alguien realmente compre lo que se quiere vender) es muy bajo pues todo lo que se desarrolla e investiga se hace en gran sintonía con la empresas más grandes que necesitan innovación. Normalmente estas empresas consumidoras de Biotecnología se encuentran en industrias consolidadas, muy rentables, bastante competitivas y donde el valor agregado, y por ende el futuro crecimiento, viene ligado estrechamente de la mano



de la Innovación. Buenos ejemplos son los que hacen las empresas hidroeléctricas trabajando en conjunto con empresas generadoras de energías limpias, (como lo veremos en el capítulo 4).

Actualmente, la regulación global de los mercados demanda cada vez más los productos y los servicios con altos estándares eco-sociales (vinculación de las relaciones del ser humano con su entorno social y natural). Es por esto, que las soluciones emergen como una alternativa para la descentralización de la economía. Generando empleos en las zonas rurales, revalorizando la cultura étnica, conservando los recursos naturales, diversificando las exportaciones y generando nuevas divisas, entre otras.

3.2. ¿Qué es el biogás? (externalidad positiva)

El biogás o “gas de los pantanos”¹⁶, cuyo principal componente es el gas metano, es un tipo de gas que se produce tanto en medios naturales como también artificialmente, por la descomposición de material orgánico en condiciones anaeróbicas, esto quiere decir en ausencia de aire.

¹⁶ Nombre que recibe comúnmente el gas “metano”, debido a que en este tipo de ambientes se produce naturalmente, sin intervención del hombre. Microsoft Encarta 2012 actualizado.



Esta descomposición se produce gracias a unos microorganismos, que reciben el nombre de bacterias metanogénicas¹⁷, cuya producción variara en función de la temperatura en las cuales se mantenga el proceso.

El biogás al ser una fuente energética renovable y ambientalmente sustentable presenta una serie de externalidades positivas, las cuales vuelven aún más atractiva su utilización, dentro de las más importantes podemos destacar;

Se produce energía, ya sea calor, luz, o electricidad.

Contribuye a mitigar el cambio climático, al reducir la liberación de metano a la atmosfera (contrario a lo que sucede en los vertederos de basura).

Al procesar residuos que podrían verterse en ríos, lagos u otras fuentes de agua, se reduce su contaminación. Reduce la eutrofización¹⁸ de las aguas.

Recupera con bajo costo la materia orgánica que se genera en procesos agropecuarios concentrados.

Si su abastecimiento es regular y suficiente, permite la viabilidad económica a emprendimientos de mediana y gran escala.

Reduce la disposición de los desechos orgánicos en vertederos municipales.

Mejora las condiciones de higiene ambiental y controla la propagación de agentes patógenos, además de reducir olores.

¹⁷ Grupo especializado de bacterias anaerobias obligadas que descompone la materia orgánica y forma metano.

¹⁸ Eutrofizado: es aquel ecosistema o ambiente caracterizado por una abundancia anormalmente alta de nutrientes.



Reduce la extracción indiscriminada de leña.

Su proceso genera abonos orgánicos de alto valor en nutrientes.

Beneficios micro-económicos a través de la sustitución de energía y fertilizantes, del aumento en los ingresos y del aumento en la producción agrícola-ganadera.

Beneficios macro-económicos a través de la generación descentralizada de energía, reducción en los costos de importación y protección ambiental.

3.3 Características del biogás

El biogás es una mezcla de gases compuesta principalmente de:

Tabla 02: Componentes del biogás.

Compuesto Químico	Formula Química	Volumen Presente %
Metano	CH ₄	54-70 %
Dióxido de carbono	CO ₂	27-45 %
Hidrogeno	H ₂	1-10 %
Nitrógeno	N ₂	0,5- 3 %
Ácido sulfídrico	H ₂ S	0,1 %

Elaboración: Propia. Fuente: Planthogar

El metano, principal componente del biogás, es el gas que le confiere las características combustibles al mismo, es incoloro, inodoro, cuya combustión produce



una llama azul y productos no contaminantes. Veintiuna veces más activo que el gas carbónico, el biogás contribuye también muy activamente al "efecto invernadero". Para evitar estos inconvenientes, su eliminación se ha hecho obligatoria para las mayores instalaciones. Generalmente quemado en chimeneas, puede servir también para producir electricidad: un m³ de biogás equivale a medio metro cúbico de gas natural, es decir, 5 KWh.

Hasta ahora, su explotación estaba limitada por los compuestos corrosivos del biogás y por su composición fluctuante. Efectivamente, ésta varía en función de las condiciones climáticas: según la humedad, la temperatura, la presión atmosférica y el modo de captación, su tenor en metano, que confiere al biogás su poder calorífico, oscila entre un 30 y un 60 %, con el resultado de que los motores, afectados por una corrosión y un atascamiento importantes, deben someterse a un ajuste delicado. Por consiguiente, el biogás se mezcla generalmente con gas natural antes de ser utilizado en las centrales eléctricas.

3.4. Producción de Biogás

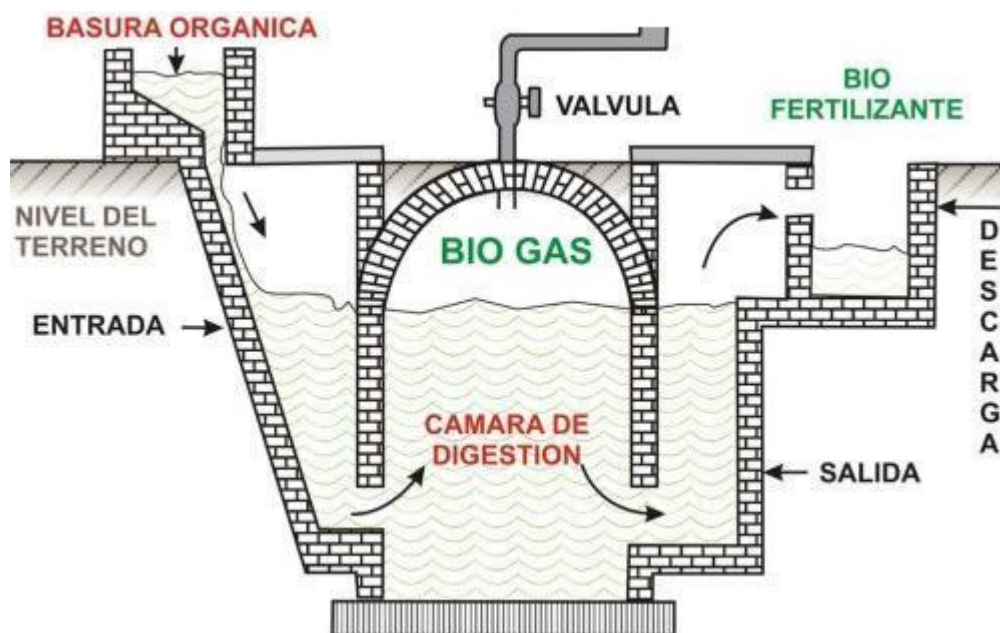
La producción de biogás a través de la digestión anaerobia (o en ausencia de oxígeno), se refiere a un proceso biológico en el cual la materia orgánica, mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone para generar "biogás" (CH₄, CO₂, H₂, H₂S, etc.), y en digestato, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K,



Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación. Como ya anticipamos este proceso es uno de los más idóneos para conseguir la reducción de emisiones que fomentan el efecto invernadero, aprovecha los residuos orgánicos para generar energía y mantenerlos, así como también mejorar el fertilizante de los productos tratados.

La digestión anaerobia puede aplicarse, entre otros, a residuos ganaderos, agrícolas, así como a los residuos de las industrias de transformación de dichos productos. Entre los residuos se pueden citar purines, estiércol, residuos agrícolas o excedentes de cosechas, etc. Este proceso también es sumamente adecuado para tratar aguas residuales que contengan una alta carga orgánica, como las que son producidas en muchas industrias alimentarias.

Imagen 02: Cuadro proceso de producción a partir de RSU.



El proceso de generación de biogás se divide en dos grandes etapas. Las cuales son; la Etapa de formación de ácidos y la Etapa de formación de gases.

En la primera etapa la materia prima es atacada por las bacterias formadores de ácidos, mismas que convierten los desechos en compuestos más simples como los ácidos acético, butírico y propiónico. En la segunda etapa los ácidos formados en la etapa anterior, son convertidos a metano y dióxido de carbono por acción de otro grupo de bacterias.

Todos estos procesos se llevan a cabo simultáneamente dentro de un digestor, al cual solo se alimenta la materia prima en las condiciones adecuadas.

Tomando en cuenta que las bacterias son el ingrediente esencial del proceso, es necesario mantenerlas en condiciones que permitan asegurar y optimizar su ciclo biológico¹⁹. A continuación analizaremos detalladamente los parámetros influyentes en la formación del metano:

- a) **Temperatura:** El proceso se lleva a cabo en un amplio rango de temperaturas, que van desde los 15 a los 60 grados centígrados. Sin embargo, para que las bacterias formadoras de metano trabajen en forma óptima, se requiere mantenerlas a temperaturas ideales que oscilen entre

¹⁹ Información entregada por Planthogar (<http://www.planthogar.net>).



los 30 y 60 grados, dependiendo del tipo de bacterias que se adapten y desarrollen²⁰.

- b) **Rangos:** para el desarrollo óptimo del proceso, se distinguen dos rangos de temperatura. El rango Mesofílico, que va desde los 30 a los 40°C, es donde las bacterias se desarrollan y se reproducen fácilmente y pueden permanecer activas si no ocurren cambios súbitos de temperatura. El otro rango se denomina Termofílico y va desde los 55 a los 60°C, en ese rango se produce la mayor cantidad de biogás y en lapsos de tiempo más cortos que el anterior, en general solo es usado en las grandes instalaciones a nivel industrial, ya que se requiere de un control muy preciso. Las bacterias termofílicas son muy sensibles a los cambios de temperatura y en pequeños sistemas resulta antieconómico mantener esta temperatura, especialmente en climas fríos²¹.

Para la producción de biogás no existirían limitaciones en términos de materia orgánica.

La madera o residuos leñosos son desaconsejables, debido a que, por su contenido de lignina, presentan mayores dificultades para su descomposición

²⁰ Información entregada por Planthogar (<http://www.planthogar.net>).

²¹ Información entregada por Planthogar (<http://www.planthogar.net>).



anaeróbica, requiriendo de tratamientos enzimáticos. Son más apropiados para aplicaciones termoquímicas.

Dentro de los recursos disponibles que se consideran residuos de actividades productivas o humanas, se pueden mencionar las siguientes:

purines de la industria lechera, ganadera, porcina, avícola.

desechos de mataderos.

desechos de agroindustria.

desechos de la industria vitivinícola.

residuos urbanos residenciales e industriales.

plantas de tratamiento de aguas servidas.

vertederos de basuras.

En éste caso se evaluara la producción de biogás a partir de RSU. Los chilenos producimos un poco más de un kilo diario de RSU, generando más de 6,5 millones de toneladas al año²². En el mejor de los escenarios una tonelada de residuos sólo orgánicos podría producir 232 m³ de biogás.

La producción de biogás en un relleno esta dado por la capacidad de degradación que tenga la basura depositada allí, y esta dependerá principalmente de sus

²² <http://www.sumaverde.cl/nuestro-desafio>. Información entregada por Suma Verde, iniciativa adoptada por el Ministerio del Medio Ambiente.

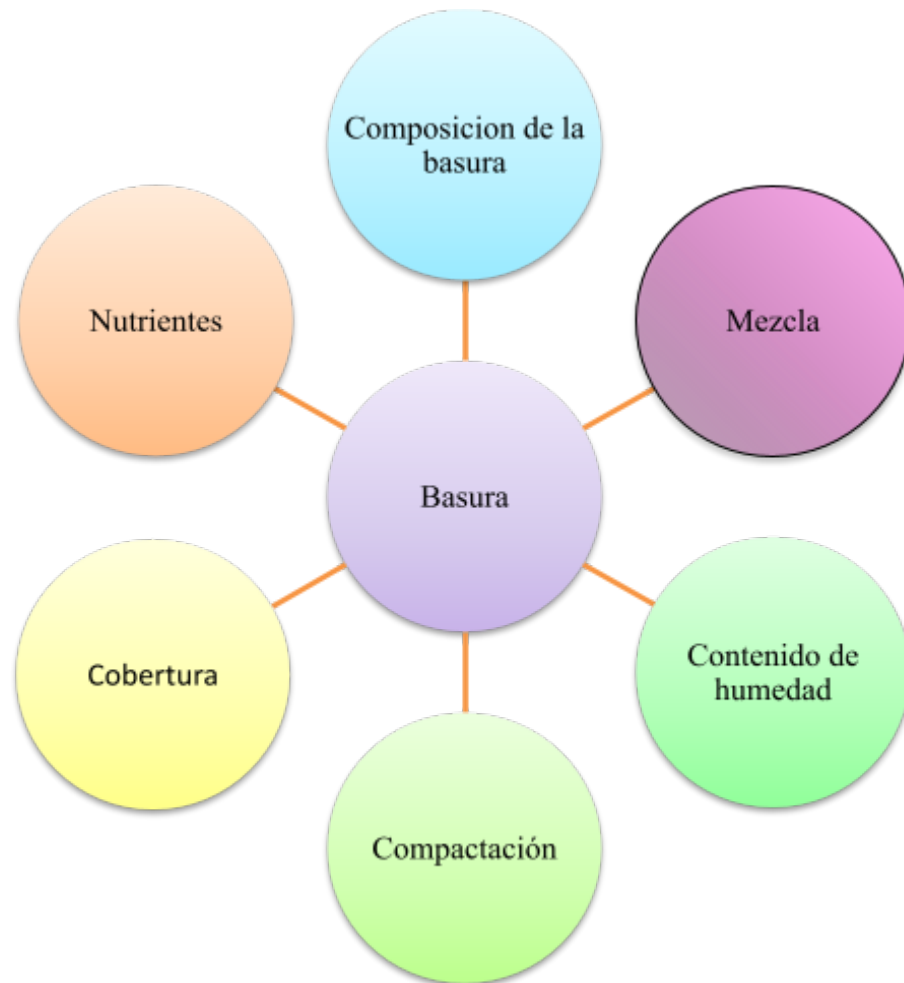


características orgánicas. Mientras mayor el contenido orgánico de la basura mayor la capacidad de degradación anaeróbica y generación de biogás.

El periodo de tiempo que necesita la basura para su degradación y se produzca biogás dependerá de muchas variables, dentro de ellas el número de organismos presente en la basura, los nutrientes, la temperatura, acidez (pH), el contenido de humedad, la cobertura y cantidad de compactación. Los factores que influyen en el nivel de biogás que produce un relleno dependerá de:

Figura 01: Factores que influyen en el nivel de biogás que genera el relleno sanitario.





Composición de la basura: A mayor cantidad de comida presente en la basura, más rápido se generará biogás. El papel y materias orgánicas de similar característica se degradan a una tasa menor y se resisten a la biodegradación.

Contenido de humedad: El contenido de humedad es uno de los parámetros más determinantes en un relleno sanitario. Si ésta se aumenta levemente se



acelera el proceso de generación de gas en forma considerable. Es por esto que se recomienda que en los rellenos sanitarios recircular los líquidos percolados para adicionar humedad a la basura, o incluso agregar agua, disminuyendo al mismo tiempo los impactos ambientales de su descarga y los costos de tratamiento. El clima es uno de los elementos determinantes del contenido de humedad en un relleno, y su efecto depende en alguna medida de las características de la cobertura y el grado de impermeabilidad de la base del relleno y los pretiles.

Nutrientes: Si bien los organismos anaeróbicos se desarrollan naturalmente entre la basura, estos mismos también se encuentran en las fecas humanas y de animales, por lo que el proceso de generación de gas se acelera cuando en un relleno también se dispone los lodos de los sistemas de tratamiento de aguas servidas, agregando a su vez humedad.

Mezcla: Aunque los organismos anaeróbicos se desarrollan naturalmente entre la basura, estos mismos también se encuentran en las fecas humanas y de animales, por lo que el proceso de generación de gas se acelera cuando en un relleno también se dispone los lodos de los sistemas de tratamiento de aguas servidas, agregando a su vez humedad.



Cobertura: La cobertura periódica y sistemática de la basura evita que ésta entre en contacto con el aire, permitiendo la generación de condiciones anaeróbicas que la degradan y producen biogás. Mientras antes se den estas condiciones más rápido comienza a degradarse la basura.

Compactación: La compactación de la basura genera el contacto con los nutrientes y la humedad, y tiende a expulsar el oxígeno presente, lo que a su vez tiende a reducir el tiempo en que se inicia la biodegradación anaeróbica.

Se debe tener en cuenta estos elementos para poder producir un buen nivel de biogás. Cuando la degradación se genera bajo condiciones que no son controladas, el proceso ocurre en forma aleatoria en la basura depositada y es muy difícil de predecir el nivel e biodegradación que ocurre en el relleno y el horizonte de tiempo en que esta se desarrolla.

3.4.1. Inversiones

El nivel de inversiones que se necesita para la implementación de un proyecto de este tipo, siempre será mayor al compararlo con un proyecto del tipo “energías sucias” o convencionales.



La inversión inicial asociada a este tipo de proyecto corresponde principalmente a los equipos y maquinaria necesaria para el proceso de generación. Adicionalmente se consideran costos de inversión los relacionados a las obras civiles destinadas al soporte y correcto funcionamiento de los equipos, así como la infraestructura necesaria para la logística del proceso de generación de biogás. Además se debe tener en cuenta en la inversión inicial el costo de conexión a la red, esta inversión es sumamente necesaria e importante para poder transportar la energía eléctrica producida hasta un sistema interconectado o a una red de distribución (puede ser que la energía producida se venda a alguna industria cercana a la planta y de ser así no sería necesario su conexión a la red, esto va a depender de lo que estime conveniente cada inversionista), este costo de inversión va a variar dependiendo de donde esté ubicada la central eléctrica a base de biogás. Si en el proyecto se considera la venta de bonos de carbono se debe tomarse en cuenta un costo de inversión adicional asociado al proceso de certificación del proyecto ante las Naciones Unidas, por último los costos de planificación, permisos y en otros ítems, también deben ser considerados dentro de la inversión.

Para poder financiar un proyecto en base a ERN, existen incentivas formas que ayudan al desarrollo de estos tipos de proyectos. El gobierno a través de CORFO entrega diversas herramientas que ayudan a financiar el proyecto, dos de ellas son:

Invest Chile: Es un programa que ayuda a atraer y promover las inversiones en ERNC, incentivo que propicia el desarrollo de nuevos proyectos.



InnovaChile: Este programa tiene como objetivos promover los valores del emprendimiento y la innovación, apoyar el desarrollo de negocios que generen un alto impacto económico y social, así como facilitar el acceso a herramientas para que en Chile se conozcan y adopten buenas prácticas de innovación en empresas y organizaciones.

FONDECYT.: es un instrumento que fomenta el desarrollo de la investigación básica nacional, contribuyendo paralelamente a la formación de nuevas generaciones de científicos y tecnólogos.

3.4.2. Licitación de rellenos sanitarios

Para una mejor comprensión en el proceso de licitación de los rellenos sanitarios se presentaran las distintas instituciones que están involucradas en este proceso:

Tabla 03: Instituciones y control de residuos

Institución	Función
-------------	---------



Municipios	Estos deben encargarse del aseo y ornato de la comuna, atribución que queda explícita en la Ley Orgánica de Municipalidades como también en el Código Sanitario, cuando establece que a los municipios les corresponde recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados. Las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana.
Ministerio de Salud	Norma la definición, manejo y disposición final de residuos.
Gobierno Regional	Genera políticas sobre manejo de residuos sólidos en la región.
Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo	Define y propone las políticas de ordenamiento territorial.
SESMA	Autoriza y fiscaliza los proyectos de tratamiento, disposición y eliminación de residuos sólidos.
CONAMA	Coordina la aprobación de los proyectos relativos a manejo, tratamiento y eliminación final de desechos.

Fuente: SESMA. Elaboración: Propia



Desde el año 2007 en adelante se ha iniciado un proceso por el cual se han ido cerrando vertederos a lo largo de todo el país, con el fin de transformarlos en rellenos sanitarios, para así manejar las emisiones de gases que estos producen, para entender mejor ambos términos, pasaremos a definirlos brevemente:

Vertedero: lugar donde se depositan residuos de origen urbano o industrial. que es un terreno en que se arrojan residuos sin control alguno con los consiguientes riesgos de incendio, sanitarios y ambientales, que esto pudiese ocasionar.

Relleno Sanitario: centro de disposición final de los residuos que genera una zona urbana determinada y que reúne todos los requisitos sanitarios necesarios. En un relleno sanitario se controlan y se recuperan los gases y otras sustancias generados por los residuos, y se aplican técnicas adecuadas de impermeabilización y monitoreo²³.

Teniendo claro ambos conceptos, nos damos cuenta que la principal diferencia que existiría entre los antiguos vertederos y los nuevos rellenos sanitarios, es el hecho de que ahora se está volviendo una obligación el control de los gases que emite la basura, los cuales antiguamente eran enviados libremente hacia la atmosfera, siendo agentes que influenciaban el desarrollo del llamado efecto invernadero, siendo perjudiciales a

²³ Ecología, tendencias y mundo sustentable
(<http://barrioverde.wordpress.com/2010/03/13/glosario-de-la-basura/>)



mediano plazo para la sociedad. Ahora bien, para adjudicarse la licitación de un relleno sanitario es necesario cumplir con una serie de requisitos para en primer lugar poder abrir un relleno y en segundo lugar para conseguir adjudicarse la licitación de la disposición final de la basura directamente con cada municipio, esto quiere decir pocas palabras, ser los dueños de retirar la basura en cada una de las comunas y lograr así llevarlas al punto de destino en donde serán tratadas debidamente según las normas establecidas por el Protocolo de Kioto²⁴.

Como se dijo anteriormente en primer lugar se licita la apertura de un relleno sanitario, para esto una Municipalidad o un conjunto de Municipalidades licita a un concurso público para la apertura de un relleno sanitario (ver ejemplo anexo 09), este concurso puede ser tanto para empresas nacionales, como Internacionales, las cuales deben cumplir con los siguientes requerimientos, a saber:

Experiencia de la Empresa: Se debe cumplir con un mínimo de experiencia acumulada en el rubro de la construcción de Rellenos Sanitarios, según lo establezca la Municipalidad. En el informe debe indicar los metros cuadrados e institución contratante y ser validado, ya sea a través de; Contratos, Certificados, Inscripciones, etc. Toda experiencia que no sea respaldada no será considerada al momento de evaluar la propuesta. Se puede incluir también, una nómina de todas

²⁴El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un protocolo de la CMNUCC, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆). CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).



las obras en ejecución que a la fecha de apertura tenga la Empresa, indicando el monto, plazo de ejecución, fecha de término y saldo por cobrar.

Estar inscrito en algún registro especial: Esto es tanto para Personas Naturales, como también para Personas Jurídica y deben estar inscrita ya sea en el Ministerio de Vivienda y Urbanismo o en el registro de Contratistas de Obras Civiles del Ministerio de Obras Públicas.

Anexos Técnicos: Entregar una Metodología de Trabajo o Programa de construcción tipo Carta Gantt, incluyendo todas las partidas del presupuesto detallado. Además deberá anexarse la curva de avance teórico acumulada correspondiente. Nómina del personal técnico que se hará cargo de los trabajos con un detalle de las tareas de cada persona.

Anexos Administrativos:

- ✓ Experiencia de la Empresa
- ✓ Experiencia de los consultores o Jefe de proyecto o empleados
- ✓ Estudios, títulos profesionales o técnicos (entregados por Universidades o Institutos Profesionales)
- ✓ Certificados de Antecedentes comerciales, laborales o tributarios.
- ✓ Declaraciones Juradas.
- ✓ Certificación Profesionales, diplomas.



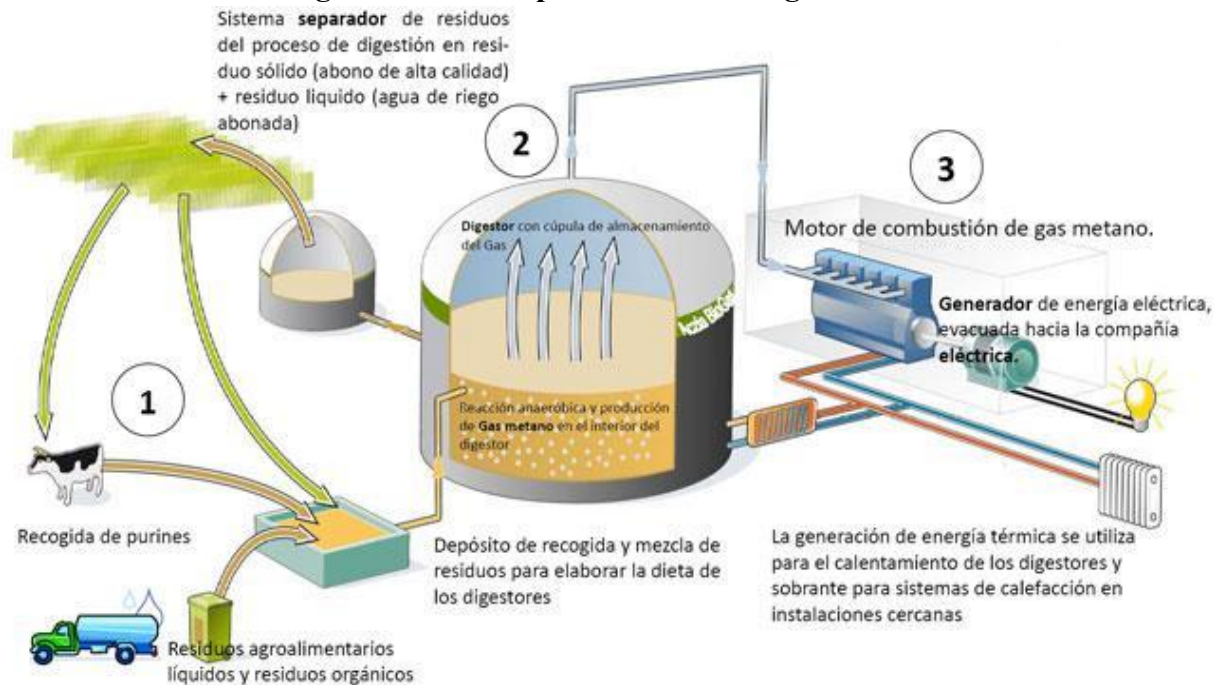
Una vez que se ha ganado el concurso para la licitación de un Relleno Sanitario y se ha culminado su construcción o bien la remodelación de un antiguo vertedero según fuese el caso, es necesario en Segundo lugar (pero no menos importante) el postular a la recolección y distribución de los residuos sólidos a través de un concurso en cada Municipio. Este proceso es de suma importancia porque como sabemos la materia prima de un relleno sanitario es la basura, por lo tanto es necesario ganar estos concursos ya que de esta manera la empresa se asegura el abastecimiento de los insumos necesarios para mantener el negocio funcionando durante años. Estos contratos de licitación son generalmente a 5 o 7 años y con posibilidad de renovarse y lógicamente las Comunas con mayor cantidad de habitantes son las más atractivas para acceder, ya que son las que producen el mayor tonelaje de basura. Por lo tanto en este punto para elegir al candidato idóneo generalmente, se opta por aquel que entregue el mejor precio por tonelada, volviéndose así el más conveniente para el Municipio.

3.4.3. Proceso productivo

A continuación se explicará de manera visual el proceso productivo del biogás a partir de RSU:



Imagen 03: Proceso productivo del biogás.



El proceso Productivo principal para la comercialización de biogás cuenta de tres etapas; Recolección, Transformación y Generación de energía, para luego ser distribuida.

- A. **Proceso de recolección:** este proceso consiste en el abastecimiento de materias primas a través de camiones recolectores, ya sea de empresas del rubro silvoagropecuario o mineras, como también de la misma ciudad, recogidas de los contenedores que se encuentran en ciertos lugares.

Imagen 04: Camiones y Contenedores Recolectores

B. Proceso de Transformación: en este punto es donde se comienza a ingresar la basura hacia los biodigestores, ya sean eficientes o ineficientes²⁵, que se mantienen en ausencia de aire, para luego ser tapados con tierra o según la técnica que se utilice (hay algunos que les vacían agua sobre un plástico), y es aquí en donde a través de la mantención del calor que generan los desperdicios, se comienza a descomponer la basura generando por un lado biogás y por otro desperdicios que pueden ser tanto sólidos, en forma de abono de alto poder fertilizante, como también desperdicios líquidos, que sirve para el riego o para caminos.

²⁵ Por ineficientes nos referimos a los biodigestores que utilizan toda la basura sin ser clasificada, independiente de que esta no genere biogás, de esta manera un biodigestor eficiente es aquel que solo utiliza materiales orgánicos.



C. **Proceso de Generación de Energía:** el biogás que se generó en la etapa anterior es enviado a través de válvulas que son controladas por computador, hacia motores de combustión de gas metano, los cuales generan electricidad.

La energía que se genera en este proceso puede, o bien ser utilizada en la misma industria donde se produce, o también ser transportada a través de un cableado eléctrico que vaya pasando por antenas multiplicadoras de amperaje hacia una central hidroeléctrica para aportar en la generación de esta misma.

3.4.4. Comercialización

El mercado eléctrico chileno está diseñado de manera tal que la inversión y la operación de la infraestructura eléctrica la realicen entes privados, lo cual promueve la eficiencia económica por medio de mercados competitivos en todos esos segmentos no monopólicos.

De esta manera el mercado de electricidad ha sido separado en tres actividades: generación, transmisión y distribución, las cuales tienen un tratamiento regulatorio diferenciado. La generación es una actividad constituida por el proceso tecnológico destinado a transformar las fuentes energéticas en energía eléctrica transportable y utilizable en los centros de consumo. En este segmento no existen barreras legales para



la entrada de nuevos actores, lo cual es consistente con la posibilidad de establecer competencia en este ámbito, en la medida en que no se identifican condiciones de monopolio natural. La transmisión es la actividad destinada a transportar la energía desde los puntos de generación hasta los centros de consumo masivos, considerándose para estos efectos como instalaciones de transmisión a todas las líneas y subestaciones de transformación que operan en tensión nominal superior a 23 kilowatts. Y por último la distribución la cual corresponde a la actividad destinada a llevar la energía hacia los usuarios finales, comprendiéndose para ello a todas las instalaciones, líneas y transformadores que operan en tensión nominal igual o inferior a 23 kilowatts.

Los segmentos de distribución y parte de la transmisión son regulados y tienen exigencia de servicio y precios fijados acorde a costos eficientes. En el segmento de generación se ha implantado un sistema competitivo fundado en la tarificación a costo marginal (peak load pricing), en donde los consumidores pagan un precio por energía y un precio por capacidad (potencia) asociado a las horas de mayor demanda (ver imagen 05).



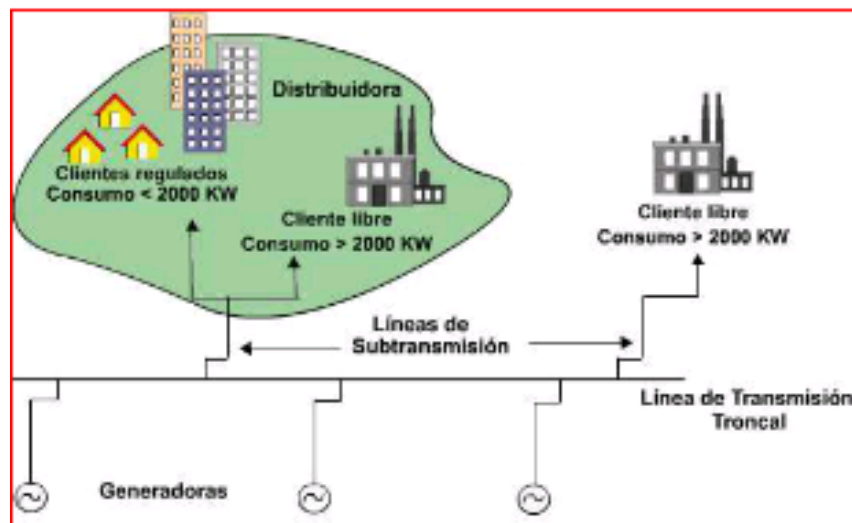
Imagen 05: Equilibrio financiero en el modelo marginalista.

Elaboración: Propia. Fuente: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).

lo

respectivo, deberá conectarse a éste en donde considere conveniente.

Para poder integrar una central de ERNC al sistema interconectado. Esta conexión puede ser a través de tres tipos de redes: distribución, subtransmisión y transmisión troncal (ver imagen 06).

Imagen 06: Etapas de un sistema eléctrico.

En Chile para poder decidir a qué tipo de red conectarse, conviene ampararse en las leyes eléctricas, de modo de establecer la opción que conlleve menores costos. Existen diversos mecanismos para transar la energía entre los distintos agentes de mercado en Chile, uno de ellos es el mercado spot, donde el Centro de Despacho Económico de Carga, establece mediante minimización de los costos de operación, el

despacho diario de las unidades generadoras del sistema eléctrico para suministrar la demanda diaria de energía eléctrica.

Según el patrón usado en Chile, que es el de costos marginales, el precio de la energía quedará determinado por la última central generadora que entra en el despacho, y como se podrá apreciar esto varía en forma horaria, así se define el costo marginal instantáneo que es en definitiva el precio del mercado spot.

Al mercado spot, exclusivamente, tienen acceso los generadores de energía eléctrica y es usado habitualmente cuando ciertos generadores no logran cumplir con sus contratos de suministro por variadas razones, entre las cuales se encuentra, por ejemplo, los recortes de gas desde Argentina. En estos casos los generadores deben acudir al mercado spot y comprar la energía deficitaria para lograr el cumplimiento de sus contratos.

No existe duda alguna que el principal ingreso de cualquier central eléctrica se debe a la comercialización o venta de su energía al sistema interconectado correspondiente. El precio de esta comercialización varía debido a que es dependiente de múltiples factores como, por ejemplo, situaciones económicas internacionales o por sequías.

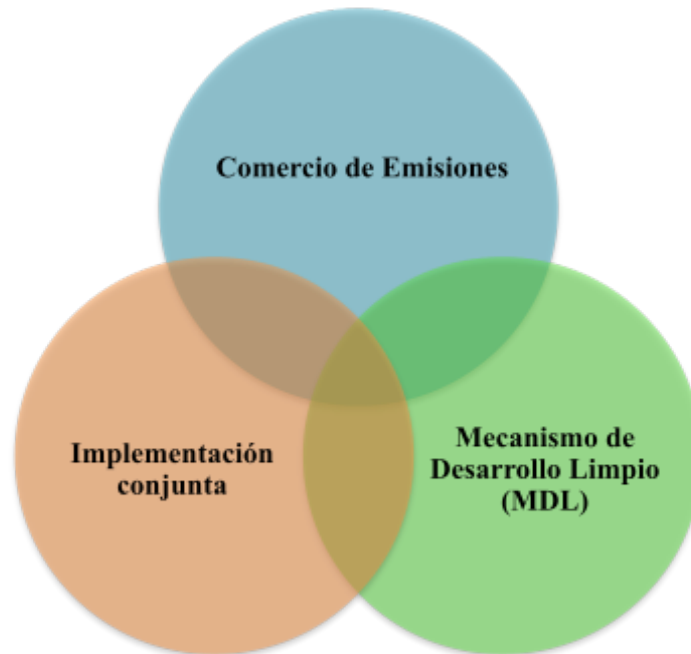
Existe un segundo ingreso asociado de la generación de energía eléctrica que es el pago por su capacidad o potencia es un instrumento que provoca la suficiencia del mercado eléctrico. La venta de la potencia es un cargo por la disponibilidad de ofrecer el



servicio. Dicho pago que el sistema interconectado efectúa a los generadores viene dado en unidades monetarias por unidad de potencia firme mensual que la generadora correspondiente posea.

Y por último existe un ingreso producido por las generadoras a base de biogás, y este es por la venta de bonos o créditos de carbono. El mercado de carbono es un sistema de comercio por medio del cual distintos organismos involucrados pueden vender u obtener certificados de reducciones de emisiones (CER). Un certificado de reducción de emisiones de efecto invernadero corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, y dado que los gases de efecto invernadero son cuantificados en la misma unidad, el mercado ofrece una solución a reducir los efectos de este fenómeno. Este mecanismo internacional, propuesto en el protocolo de Kioto, para la descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente, puede ser comercializado en el mercado. Así países desarrollados con compromisos de reducción de emisiones de gases efecto invernadero pueden adquirir u obtener bonos de carbono, que certifican que han contribuido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en algún lugar del mundo. El protocolo de Kioto reconoce los altos costos económicos y sociales que implica el cumplimiento de las metas de reducción aceptadas por los países que se comprometieron a efectuarlas, por lo que establecieron tres mecanismos de flexibilidad, complementarios a las reducciones que los países hagan en su territorio, que permitirán a éstos alcanzar sus objetivos de una manera más eficiente. Estos son:



Figura 02: Los tres mecanismos establecidos por el protocolo de Kioto.

Comercio de Emisiones: Bajo este esquema los países con compromisos de reducción, podrán intercambiar entre sí sus cuotas asignadas de emisión.

Implementación Conjunta: Este mecanismo permite la participación de varios países Anexo I²⁶ en proyectos de reducción de emisiones. Las reducciones de emisiones que da a lugar el proyecto en cuestión pueden ser distribuidas entre los países que toman parte en el proyecto.

²⁶ Países desarrollados que son Partes del Anexo I de la Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).



Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): El MDL permite la ejecución de proyectos de reducción de emisiones en el territorio de países que no forman parte del Anexo I, dichas reducciones que pueden ser adquiridas por un país o una empresa con compromisos de reducción de emisiones. El MDL tiene 3 objetivos fundamentales: ayudar a las partes no pertenecen al Anexo I de la CMNUCC a lograr un desarrollo sostenible, contribuir a estabilización de las emisiones de GEI en la atmósfera y ayudar a las partes de dicho Anexo I a cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones.

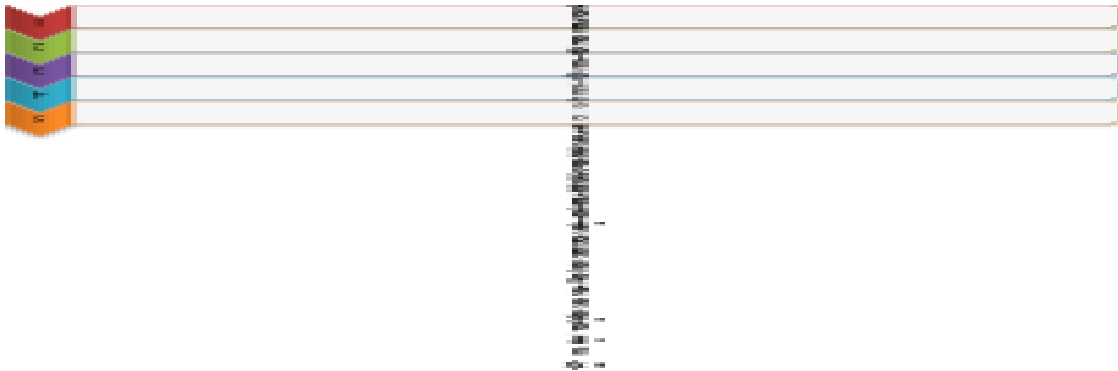
Para que un proyecto MDL sea elegible, éste debe: demostrar su adicionalidad, superar las exigencias regulatorias, reducir emisiones en forma medible y duradera, probar la titularidad de la reducción de emisiones, y considerar el MDL antes del inicio de la obras. Para que un proyecto tenga al MDL como una fuente de financiamiento debe pasar por una serie de pasos previos, conocidos como el ciclo de los proyectos MDL.

En el siguiente cuadro se puede observar los pasos a seguir para poder producir bonos de carbonos:



Cuadro 01: Ciclo de un proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio.

- Fase de Diseño del Proyecto



- Fase de operación del proyecto



Elaboración: Propia. Fuente: ProChile

Actualmente en Chile no existen empresas que lleven más de cinco años funcionando en forma exitosa y estable en la producción de biogás para fines energéticos, por ende faltan experiencias concretas, donde se pueda observar que el proyecto es rentable en el ti para el inversionista.

3.5. Aspectos comerciales del Biogás

La utilización energética de los Residuos Sólidos Urbanos ayuda a disminuir los problemas ambientales que estos desechos producen, aporta al suministro eléctrico y permite que el sector privado tenga nuevas oportunidades de participación en la producción de electricidad.

Hoy en día existen beneficios u incentivos por parte del gobierno, para las centrales de ERNC que son menores a 9 MW (quedan exentas del pago de peaje de transmisión y generación) y a 20 MW (quedan exentas del pago de peaje troncal de transmisión) de manera de poder incentivar el desarrollo de las ERNC.

Actualmente la ley 20.257 o ley corta III en el 2008 en Chile obliga a que todas las empresas del SING y SIC cuya capacidad instalada sea mayor a 200 MW deberá abastecer un suministro de 5% de sus ventas anuales de electricidad en base a ERNC.

Los costos asociados a una central eléctrica a base de biogás son principalmente cuatro costos:

- A. **Costos de biomasa:** Los costos de biomasa están referidos a los costos asociados para la obtención de ésta.



- B. **Costos de operación:** Los costos de operación son los que son generados por mantener el funcionamiento del sistema, uno de los principales costos operacionales es el transporte de la biomasa desde su centro de producción hasta su centro de acopio o el lugar en donde se ubique la central generadora. También se consideran como costos operacionales la extracción y el almacenaje del biogás producido, además de la limpieza del biodigestor de los residuos que no fueron digeridos.
- C. **Costos de mantenimiento:** Los costos asociados al mantenimiento corresponden primordialmente a repuestos y mantenciones que se le deben hacer en un tiempo determinado al biodigestor y a la central. Estos costos se encarecen debido a que la tecnología utilizada no es producida en Chile, por ende los repuestos son pedidos al exterior, es decir, se deben importar. Dentro de los costos de mantención está el costo del capital de trabajo.
- D. **Costos de peaje:** Sobre el pago de peajes (como se mencionó anteriormente), existen centrales que quedan exentas del pago de peajes, debido a que su potencia neta generada está bajo el rango que plantea la ley, es así que el pago de peajes dependerá única y exclusivamente de la capacidad neta generada por la central.



En lo que respecta a ingresos estos van a estar dados por la venta de energía, venta de potencia y por venta de bonos de carbonos. El precio de la electricidad está dado por el mercado eléctrico chileno al igual que el precio de los bonos de carbonos.

La rentabilidad económica de una central debe considerar dos aspectos fundamentales el primero se concentra en la diferencia de inversión de una central de energética a base de biogás y una central energética basada en combustibles convencionales (la central eléctrica a base de biogás tiene un costo de inversión mayor) el otro aspecto a considerar es el precio del biogás como combustible y el precio de los combustibles fósiles (el biogás tiene un precio menor). Uno de los principales factores que hacen este negocio rentable es que la producción de biogás se produce dentro de otras actividades cuyos fines principales no son energéticos (es por este motivo que se transforma en una externalidad que para el caso en cuestión es de carácter positivo), por lo que es difícil establecer criterios económicos basados en los aspectos energéticos aplicados a este tipo de instalaciones.

La principal fuente de ingreso de un proyecto de generación de electricidad conectado a la red, es la venta de electricidad seguido por la venta por potencia. Sin embargo, existen dos factores que hacen atractivo y aún más rentable este negocio para el inversionista, el primero es el atributo ERNC (Ley 20.257) el cual hace que el negocio sea sustentable a través del tiempo, y el segundo factor es la venta de Bonos de Carbono



el cual genera una fuente de ingreso adicional considerable al negocio, lo que ayuda a amortizar la inversión inicial requerida para este tipo de proyecto,

Todos estos aspectos comerciales son fundamentales para la realización de una central a base de biogás.

3.6. Dimensión Internacional del biogás

En el plano internacional, Asia es el continente que cuenta con un gran número de instalaciones a biogás. Desde el año 1973 se crearon distintas organizaciones con el fin de impulsar la producción del biogás, una de ellas es el Centro Regional de Investigación en Biogás para Asia y Pacífico.

Actualmente uno de los países más importantes en el desarrollo económico del mundo, China, se encuentra en una grave situación de escasez energética en sus zonas rurales (alrededor de 130 millones de familias carecen de combustible para el uso doméstico durante tres meses al año). El gobierno popular chino solo puede abastecer el 13% de las necesidades energéticas individuales para cada sector. En este país existen alrededor de 6,7 millones de instalaciones a biogás.

Alemania es líder en materia de biogás no solo en la Unión Europea sino a nivel mundial. Esto se puede respaldar a través de que en este país función, en la ciudad de Gustrow, la planta de biogás más grande del mundo con 55 MW ya que abastecerá a 55.000 habitantes. Este país cuenta con más de 5.700 plantas de biogás con una potencia



eléctrica instalada de más de 2.200 MW. En este país la producción de biogás está dada por parte de los agricultores, estos son los dueños de las mayorías de las plantas, estos se autoabastecen de electricidad para el funcionamiento de sus sistemas para la agricultura. En Alemania existen leyes con el fin de amparar e incentivar el uso de ERNC, estas leyes abarcan temas, tales como, fijación de precios para la energía eléctrica inyectada en la red y asegurar bonos sobre este valor, al cumplir ciertos requisitos (ver anexo 08). Los requerimientos para la asignación de los bonos que contempla la ley Alemana de acuerdo son los siguientes (Compensaciones y Bonos para ERNC a Partir de Biomasa en Alemania):

- Formaldehído: si cumple con la norma de emisiones de 40 mg/m³
- Recursos renovables: uso exclusivo de cultivos energéticos y estiércoles.
- Conservación de paisaje: si parte del sustrato utilizado proviene de cultivos provenientes de manejo de conservación de paisaje.
- Estiércol: si más de un 30% de la mezcla corresponde a estiércol (base materia seca).
- Bono tecnológico: aplicable a plantas con generación eléctrica no tradicional (celda de combustible, motor Stirling, turbina, etc.).
- Bono tecnológico para inyección: aplicable a toda tecnología de purificación de biogás a calidad de gas natural para su inyección en la red de gas natural.
- Combinación fuerza/calor: por sustituir energía fósil en la generación de calor (utilizar a lo menos un 50% de la energía térmica producida en la cogeneración)



La India es el país pionero en utilizar este tipo de energía, es aquí donde se construyó la primera instalación para producir biogás alrededor del año 1900, aproximadamente 500.000 millones de familias utilizan plantas de biogás para producir energía como sustituto de la energía de uso doméstico. Existen algunas plantas de biogás que trabajan con excrementos humanos y de vacuno. Hoy existen en la India plantas demostrativas multifamiliares donde el gas se hace llegar por tuberías a cada vivienda sobre la base de un precio módico por consumidor. Actualmente 31 comunidades cuentan con plantas de biogás multifamiliares.

Estados Unidos también cuenta con plantas de biogás las cuales son de gran tamaño Otra instalación significativa resulta la de una planta de biogás construida para el procesamiento de excreta de vacas lecheras en la ciudad de Monroe, y Washington.

América Latina está realizando grandes esfuerzos aislados por medio de distintos países, con el fin de extender la producción de biogás en la región dependiendo de la idiosincrasia y estilo de vida de cada país. En muchos de los países de América Latina existen ejemplos evidentes de la contaminación que produce un vertedero no controlado, tales como destrucción de bancos de mariscos de flora costera, muertes de peces en ríos, contaminación de aguas para uso social, destrucción de la vida marina en la desembocadura de los ríos contaminados, etc. En la mayoría de los países miembros de América Latina aún no sancionan o penalizan el desastre ecológico diario que provocan los organismos vertedores de residuos. En mucho países falta más información,



incentivos y estudios de factibilidad por parte de sus gobiernos para así fomentar las instalaciones a biogás. Al mismo tiempo existen países que están más conscientes del impacto ambiental de los vertederos y utilizan esto como fuente de energía para la producción de biogás, como es en caso de Chile, Brasil y Argentina.

En conclusión, los casos internacionales anteriormente expuestos permiten dejar entre ver lo siguiente: las motivaciones para el fomento de las ERNC en los países con mayor experiencia en esta materia han sido variadas. Aparte de buscar la diversificación de las respectivas matrices energéticas, los objetivos abarcar varios aspectos, como la disminución de las emisiones GEI, una mayor seguridad energética y la creación de industrias nacionales en torno a estas tecnologías.



Experiencia
en biogás

- Holding
URBASER-DANNER
- Proyecto Relleno Sanitario
Loma los Colorados
- Fases del proyecto
- Costos del proyecto
- Beneficios



CAPÍTULO 4: EXPERIENCIA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN CHILE.

Desde el primer momento en que nos decidimos por abarcar el tema de los Bionegocios, en particular del biogás, sabíamos que la empresa que teníamos que investigar era KDM la empresa líder en Latinoamérica en el manejo integral de residuos y servicios ambientales. Por este motivo sentimos un gran orgullo de haber conseguido (después de un arduo trabajo), una entrevista y visita guiada a la planta que mantienen en el Relleno Sanitario Loma Los Colorados, en la localidad de Til-Til, la cual nos sirvió de base para la formulación de este capítulo.

No podemos comenzar a hablar acerca del relleno Sanitario Loma Los Colorados, sin antes contextualizar la empresa a la cual pertenece y así también, presentar cada una de sus empresas derivadas.

La empresa KDM pertenece al conglomerado formado por el grupo URBASER-DANNER, los cuales son líderes en Chile en Gestión Ambiental, cuya Misión es; “Proveer soluciones medioambientales integrales, aportando valor a sus clientes, colaboradores y accionistas, a través de una gestión innovadora, eficiente y sustentable”. Este conglomerado a contar de Agosto de 2010 se denomina Grupo Urbaser-Kiasa, modificando su razón social e implementando una reorganización de sus empresas asociadas, esto con el objetivo de lograr un mejor desarrollo de sus líneas de negocio. A pesar del cambio de nombre del holding, en el siguen estando presentes los



capitales de la empresa española Urbaser (la cual es filial de la compañía ACS) y de la empresa estadounidense The Danner Company.

4.1. Holding URBASER-DANNER

La reorganización del holding comprende los siguientes cambios y nombramientos en sus empresas:

KDM S.A.

Empresa especializada en el manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, cuyo Gerente general es el señor José Miguel Gutiérrez Sastre.

KDM Energía S.A.

Empresa especializada en la generación de energía a partir de fuentes renovables no convencionales, su Gerente General es el señor Sergio Durandear Stegmann.

KDM Servicios S.A.

Empresa especializada en servicios medioambientales para la minera y la industria en general. Su Gerente General es don Jorge Sepúlveda Figueroa.

Starco S.A. y Demarco S.A.

Empresa dedicada a la recolección de residuos municipales e industriales, y al aseo comercial de oficinas e industrias. El puesto de gerente General lo cubre don Juan Carlos Araya Cisternas.



Imagina S.A.

Organismo Técnico de Capacitación (OTEC) en materias ambientales e industriales en general. El cargo de Gerente General está a cargo de Juan Andrés Rivera Duclos.

Como podemos observar la tipología de empresas que conforman el grupo URBANSER-DANNER abarca desde la recolección domiciliaria e industrial, pasando por el tratamiento y disposición final en rellenos sanitarios, hasta el diseño, construcción y operación de proyectos especiales. Para eso utiliza las más modernas tecnologías y cumple con las más estrictas normas internacionales de calidad y ambientales, esto es porque sus procesos cuentan con la certificación ISO 9001/2000 e ISO 14001/1996.

Podemos agregar que este holding se caracteriza por estar comprometidos con el desarrollo sustentable nacional, orientándose a la entrega de soluciones que sean innovadoras y posean una alta calidad tecnológica. Para así conseguir mitigar la contaminación que generan los residuos, buscando minimizar su generación, controlándolos para eliminar su peligrosidad, disminuyendo su generación y conservando, como última alternativa, la disposición final responsable.

4.2. Proyecto Relleno Sanitario Loma los Colorados

Centrándonos en nuestra visita hecha al Relleno Sanitario Loma los Colorados , la cual se realizó con fecha 7 de marzo del año 2012, debemos decir que desde el primer momento en que llegamos a las instalaciones nos sorprendió el hecho de que no existiese ningún tipo de olor particular, lo cual es característico de lugares en donde se depositan residuos sólidos, sobre todo pensando en la cantidad de basura que albergaba este relleno (habíamos averiguado que tenían responsabilidad en la recolección de más del 56% de la basura que se producida en la Región Metropolitana, en comunas como Ñuñoa o Maipú, mediante contratos a 16 años los cuales son autorrenovables). Una vez dentro y luego de cumplir con ciertas normas obligatorias de seguridad, (cascos, chalecos especiales y una charla informativa sobre el comportamiento que debíamos tener dentro de la planta), pasamos a la entrevista con la persona que habíamos realizado el contacto el señor Anton Catalán Hraste, que tiene el cargo de Jefe de Proyecto Central Los Colorados, KDM Energía S.A.

4.2.1 Fases del Proyecto

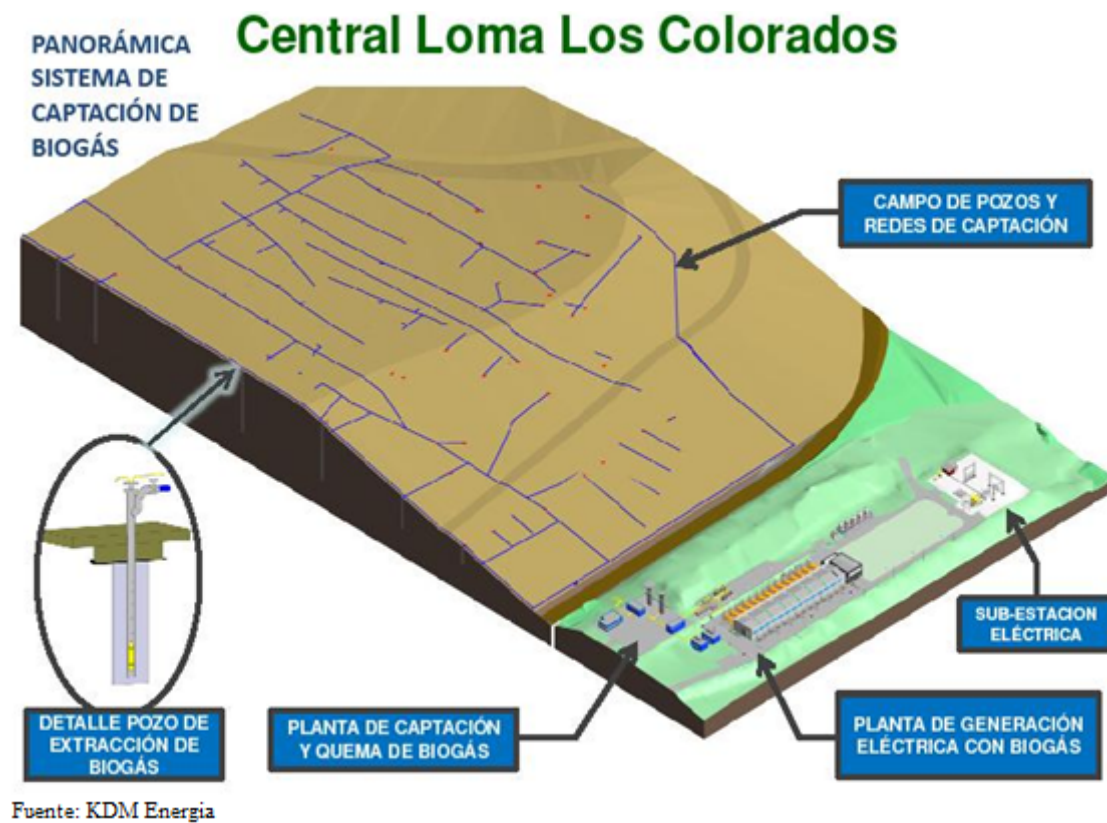
Ellos eran dueños del vertedero que se encuentra en sus dependencias por lo tanto hicieron un proyecto, el cual constaba de 4 etapas o fases las cuales son:

Fase 0: Consistió en la implementación del sistema de captación de biogás, tuberías subterráneas, piscina, acoplado, planta de captación y quema de biogás y planta de generación eléctrica de biogás y subestación eléctrica. Esta etapa de



implementación y construcción termino con el piloto que se realizó al generar 2 MW.

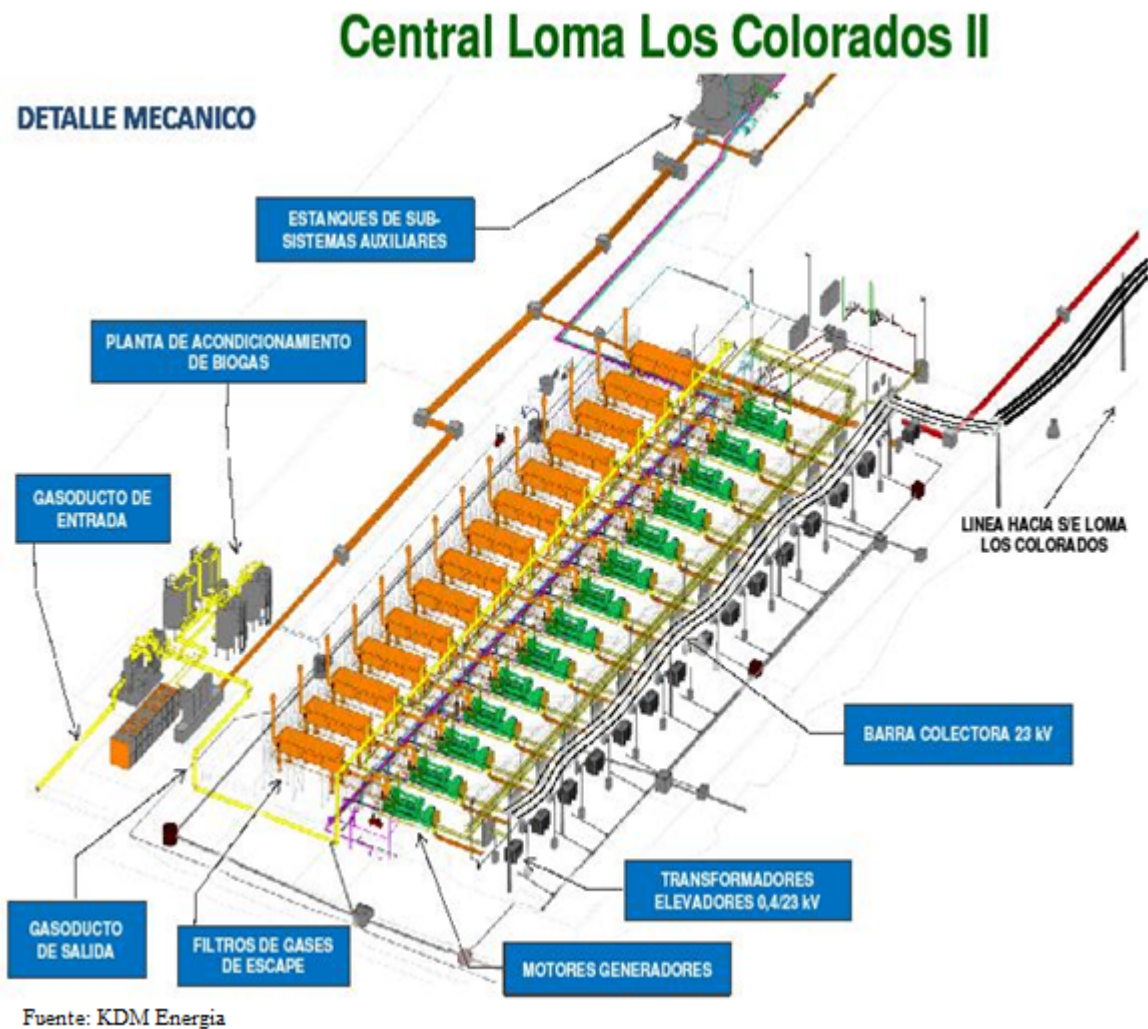
Imagen 07: “Vista Panorámica Central Loma Los colorados”



Fase 1: Esta etapa consistió en implementar la Planta de Generación eléctrica de Biogás, con 14 máquinas y 7 generadores.

Fase 2: En esta etapa se completó la nave Sur completando 14 máquinas más.

Imagen 08: Nave Sur.



Fase 3: Por último se replicará la nave Sur ahora en la nave Norte, teniendo 28 máquinas más, con una capacidad total en conjunto de 40 MW.



4.2.2. Costo del Proyecto

El Costo total de implementación del proyecto es de 40, 2 millones de dólares y hoy en día están facturando alrededor de 600 millones de pesos chilenos. El relleno en sí, tiene una capacidad de disposición esperada de 100 millones de toneladas, contando además con una planta de tratamiento de líquidos lixiviados. Comprende un terreno total de 800 hectáreas, cuando se encuentre en su máxima capacidad abarcará un tamaño de 210 hectáreas y se estima que este operativo hasta el año 2045, cuando alcance su capacidad máxima. A la fecha ya ha recibido desde el año 1996 hasta la fecha 16 millones de toneladas de residuos domiciliarios, solo de la Región Metropolitana.

Si bien en estos momentos ellos se encuentran generando 12 MW, ellos podrían generar 24MW, según el tonelaje de basura que poseen, sin embargo el señor Anton nos explicaba que esto no les convenía, ya que ellos no solo obtienen ingresos por el concepto de generación de Biogás para producir electricidad, sino que tienen también otros negocios que derivan de este mismo control de gases que produce la basura, como así también por el hecho de producir energías limpias o no convencionales., los cuales son igual o aún más lucrativos para la empresa.

4.3. Inserción del Protocolo de Kioto en el “Relleno Sanitario Loma Los Colorados”

Debemos saber que en el 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero, el cual consistía en reducir en al menos un 5% en



promedio las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005. El objetivo principal es disminuir el cambio climático antropogénico²⁷ cuya base es el efecto invernadero. Es necesario tener en cuenta con respecto a los compromisos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es que la energía nuclear queda excluida de los mecanismos financieros de intercambio de tecnología y emisiones asociados al Protocolo de Kioto, pero es una de las formas de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en cada nación.

A raíz de esta Convención de Kioto se crea el concepto de “Bonos de Carbono” o “Créditos de Carbono”, los cuales son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente. Este sistema funciona de la siguiente manera; Si hay una empresa A que genera 100% de gases contaminantes en su primer año, al entrar al segundo año generara 120% de gases, por lo tanto tendrá un 20 % de excedente para lo cual tiene 4 alternativas:

1.- Pagar las multas: las cuales son excesivamente altas por no cumplir con los requisitos que cada Nación maneja a raíz de lo acordado en el Protocolo de Kioto, lo cual no es conveniente de ninguna manera para las empresas, aumentaría sus costos y disminuiría su crecimiento, estancándola en el mercado.

²⁷ Normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.



2.- Cerrar la empresa: un caso extremo que difícilmente sería una opción para empresas que poseen inversiones de millones y millones de dólares, años en el mercado, experiencia, prestigio, esto sin contar el daño humano para sus trabajadores.

3.- Crear un Sistema de tratamiento de Gases: primera opción viable para la empresa, pero es necesario cuantificar la Inversión que se requerirá para implementarla, ya sea a nivel de conocimiento, el cambio en las maquinarias actuales, la tecnología que se tenga que implementar para sus desechos y esto teniendo en cuenta que es probable según el tipo de procesos que se realizan en la empresa, no exista aun la tecnología necesaria para elaborar sus productos mediante artefactos que utilicen energías limpias, si esta fuese una opción.

4.- Bonos de Carbono: nos encontramos entonces con la alternativa final. Si recordamos el ejemplo del 20 % de excedente que estaba produciendo la empresa A, nos encontramos ahora con la posibilidad de que una empresa B se dedique a la quema de gases de efecto invernadero, por lo cual ellos venden bonos de carbono a empresas estén sobrepasadas en sus emisiones, logrando así que ellos paguen la equivalencia de lo que están contaminando en sus propias empresas.

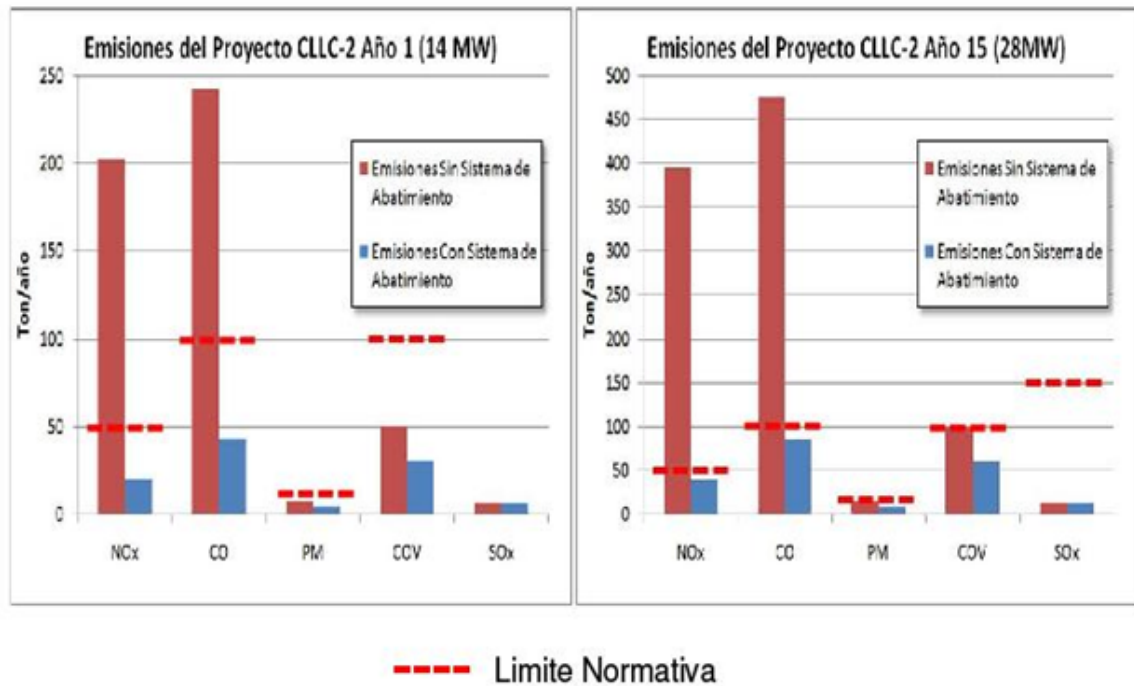
Este método es uno de los utilizados por la empresa KDM S.A a través del relleno sanitario que visitamos, en estos momentos poseen 2 antorchas para quema de



gases y esperan dentro de 5 años tener 2 más las cuales aumentarían su poder de comercialización de los Bonos de Carbono, según lo muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 14: Quema controlada de Gases

EMISIONES DEL PROYECTO CON Y SIN SISTEMA DE ABATIMIENTO DE GASES



Fuente: KDM Energia

4.4. Atributo ERNC

El otro negocio que posee la empresa es a través del llamado atributo ERNC, o de Energías Renovables No Convencionales, en donde toda gran empresa consumidora,

Generadora o Distribuidora de energía debe cumplir con el requisito de que funcione con un 5%²⁸ de energía que provenga de alguna de estas fuentes, las cuales pueden ser:

Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20 MW, si es mayor se hará una equivalencia según cuantos MW mas posea.

Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra.

Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.

Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.

Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.

Otros medios de generación determinados por la utilización de energías renovables para la generación de electricidad como puede ser el biogás u otras, las cuales causen un bajo impacto ambiental.

²⁸ Es importante destacar que este 5% de energías ERNC que deben cumplir las empresas recién clasificadas, podría aumentar a un 7% según un proyecto de Ley que se está tramitando en el Congreso dentro de las propuestas de Gobierno que entrego el presidente de Chile Sebastián Piñera.



Para esto la empresa KDM posee una proyección de la cantidad que se producirá por concepto de este tipo de energías para el año 2026, en función de la equivalencia en habitantes de ciertas ciudades de nuestro país.

Grafico 15: Producción estimada de ERNC



Fuente: KDM Energía S.A.

4.5. Beneficios



Además el uso de estas energías no convencionales tiene una serie de beneficios, los cuales se pueden en clasificar en:

a) Beneficios Ambientales

Las energías renovables no incrementan el contenido de CO₂ y otros gases contaminantes de la atmosfera

No generan residuos de difícil tratamiento

Se consideran inagotables a escala humana.

Sus instalaciones no producen impacto ambiental significativo.

b) Beneficios Socioeconómicos

Las energías renovables crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales.

Contribuyen decisivamente al equilibrio interterritorial porque suelen instalarse en zonas rurales.

En los países donde se utilizan han permitido desarrollar tecnologías propias.

Utilizan recursos autóctonos, incentivando las economías locales.

La empresa KDM es hoy en día la empresa líder en Latinoamérica en el manejo integral de residuos y servicios ambientales y ha sido contactado con otras empresas para realizar iniciativas parecidas en nuestro país, como lo son Santa Marta o Santiago



Poniente, además del relleno Sanitario Loma Los Colorados, que fue el que visitamos nosotros también tienen otros proyectos y tareas como lo son:

Relleno Sanitario Laguna Verde- Los Ángeles

Manejo de Residuos Industriales Sólidos- CODELCO. División el Teniente IV Región.

Estación de Transferencia Quilicura.

Servicio de Gestión Industrial división Santiago.

Servicios Municipales:

Manejo integral de residuos sólidos domiciliarios y/o asimilables a domiciliarios e industriales.

Recolección, Transporte y disposición final de residuos.

Barrido mecanizado y manual.

Clasificación, recuperación y valorización de residuos.

- Proyectos especiales.
- Destrucción de mercadería (decomisos).
- Servicios complementarios en residuos Específicos:
 - Empresas del rubro de la construcción.
 - Cadenas de supermercados.
 - Cadenas de restaurantes.
 - Estaciones de servicios.
 - Clínicas y hospitales.



- Establecimientos educacionales.
- Recolección Comercial e Industrial:
- Importante trayectoria en el servicio de recolección.
- Cumple con nuevas normas de manejo de Residuos Peligrosos y Residuos Líquidos.
- Experiencia, solidez y certificación para la recolección de residuos Sólidos y Residuos Líquidos.
- Áreas Verdes:
- Equipo multidisciplinario compuesto por profesionales expertos en la materia.
- Además de personal capacitado.
- Equipos con tecnología de punta para entregar un entorno verde y armónico al Sector Industrial.

De esta manera hemos podido observar que la empresa más importante con respecto al tema de la generación de biogás en Chile posee un negocio que más allá de los beneficios Sociales o Ambientales que pueda otorgar, genera ingresos que la vuelven un negocio rentable, que además se arrima al hecho de que hay leyes que son por la mayoría de nosotros desconocidas las cuales favorecen el uso de estas energías no convencionales, las cuales la vuelven un nicho aún más atractivo para abarcar, esto además de generar posibilidades de negocio que funcionan como raíces, generando



flujos de dinero no solo por las generación de energía, sino también por temas como los Bonos de Carbono o el atributo ERNC para las empresas.



[sn]

- Conclusión



Conclusión

Durante el desarrollo de esta memoria, hemos podido notar, que hoy en día existe una gran dependencia de los combustibles fósiles para fines energéticos a nivel mundial. A medida que ha pasado el tiempo, el hombre ha ido necesitando cada vez más de los recursos energéticos. El desarrollo tecnológico, la expansión económica y el consumo desmedido de electricidad, han producido una fuerte demanda por los combustibles fósiles, lo que ha generado la escasez de estos y un alza sostenida de los precios. Vivimos en una era en donde la sociedad se ha vuelto cada vez más consumista, la cual busca a través de todos los medios su confortabilidad. Día a día nos encontramos bombardeados por campañas publicitarias masivas, que incentivan el consumo de nuevas tecnologías, lo que conlleva a que se esté moldeando personalidades que sientan la necesidad imperiosa de siempre estar a la vanguardia. Este consumo masivo ha provocado una inseguridad a nivel mundial, por el suministro de estos combustibles, lo que ha desencadenado la búsqueda de una serie de alternativas viables de recursos renovables no convencionales, que satisfagan las necesidades energéticas para la sociedad y el medio ambiente, de tal manera que sean sostenibles a través del tiempo.

Chile es un país dependiente de los mercados extranjeros en cuanto a combustibles fósiles, esta dependencia nace por la creciente demanda de electricidad que se ha venido desarrollando en estos últimos años. Los fenómenos climáticos que han producido fuertes sequías, lo que ha impactado gravemente en el suministro de energía,



debido a que la principal fuente de electricidad en nuestro país son las hidroeléctricas, esta situación ha sido parte de la historia energética de Chile por muchos años, y el crecimiento económico del país ha llevado a que éste haya enfrentado varias crisis energéticas a lo largo de la historia. Es por esto que las autoridades se encuentran preocupados por el contexto nacional que se vive, estas preocupaciones se han visto relucidas en la búsqueda de diferentes medidas de corto y mediano plazo, por parte de las autoridades, la ley ERNC viene a solucionar en parte estas preocupaciones que existe a nivel nacional por el suministro de electricidad. Chile necesita de manera urgente diversificar su matriz energética, orientándola hacia medios de generación limpias y naturales.

Como futuros profesionales de Administradores de Negocios Internacionales, hemos observado, una nueva alternativa viable de energía, que aportará de manera positiva a la matriz energética de Chile con el fin de diversificarla y disminuir la dependencia existente de los mercados extranjeros. Esta nueva energía llamada biogás, la hemos considerado un combustible no renovable al igual que el diesel, la gran diferencia existente entre ambos es como se generan. La generación del diesel está dada, por un proceso milenario, en cambio el proceso de generación del biogás se da mediante la biodegradación de los Residuos Sólidos Urbanos, los cuales son inagotables debido a que se seguirán generando y por ende se seguirán depositando en Rellenos Sanitarios, los cuales son excelentes biorreactores y productores de biogás, este combustible no tan



solo se genera por Residuos Sólidos Urbanos, sino que también a través de: purines de la industria (lechera, ganadera, porcina, avícola, etc.), desechos de mataderos, desechos de la agroindustria, desechos de la industria vitivinícola, plantas de tratamiento de aguas servidas y vertederos de basuras, entre otros. A todo esto se suma que el biogás tiene emisiones de gases de efecto invernadero en menor proporción que algunos combustibles fósiles, por ejemplo, el diesel.

En la actualidad en Chile existen alrededor de 255 sitios de disposición de residuos, de los cuales 102 sitios tienen autorización sanitaria o calificación ambiental. Según la información que entrega CONAMA, los sitios de disposición de residuos que no posean la autorización sanitaria no serán considerados Rellenos Sanitarios, y por ende la institución los calificará como vertederos o basurales. Hoy existen más de 20 instalaciones que captan biogás, los cuales producen más de 200 millones de m³ al año de biogás²⁹. Sin embargo, KDM Energía S.A., la cual opera en el Relleno Sanitario Loma Los Colorados, es la única empresa que da un real aporte de energía al sistema interconectado, es decir, que dentro de las más de 20 instalaciones que producen biogás para la quema, sólo una (KDM Energía S.A.) que además de quemar biogás para la venta de bonos de carbono, produce energía y la vende al Sistema Interconectado.

Con todo lo antes expuesto, podemos decir que el negocio del biogás a base de Residuos Sólidos Urbanos es un potencial de energía desaprovechada en Chile.

²⁹ Información entregada por la Comisión Nacional de energía en el estudio de Potencial de Biogás.



Queremos plantear que el biogás, sí es una alternativa energética sustentable a través del tiempo, debido a que el ser humano jamás dejara de producir residuos, por ende existe una seguridad del suministro eléctrico que puede proveer el biogás. Además hemos podido observar un proceso de intercambio global, el cual se genera con la venta de bonos de carbono, lo cual permite disminuir las emisiones de gases efectos invernadero con el fin de prevenir los daños medioambientales que estos producen, este proceso de intercambio global se puede considerar como otra alternativa de negocio y nosotros como alumnos egresados de Administración de Negocios Internacionales, encontramos que esta es una oportunidad de negocio atractiva y rentable para realizar. Esta afirmación se ve reforzada a que pudimos observar que el principal ingreso de la empresa KDM Energía S.A. se debe a ingresos diferentes a los obtenidos por el desarrollo principal de la empresa, estos ingresos son denominados de manera contable como ingresos no operacionales, los cuales son obtenidos por la venta de bonos de carbono. Desde una mirada financiera podemos proponer que la empresa debe brindarle más atención e inclusive dedicarse de alguna forma a ellos. Aún así la empresa no debe dejar a un lado su negocio principal, la venta de energía, debido a que el ingreso por la venta ésta, irá incrementando de manera gradual debido a que la ley obliga el uso las ERNC, por parte de las empresas que integran el SING y SIC, ésta ley exige hoy un 5% el cual irá incrementando hasta llegar a un 10% el 2024, y con miras de apoyar aún más el desarrollo de ERNC en Chile, el actual gobierno, está estudiando la aplicación de la ley



20/20 la cual ambiciosamente quiere llegar a un 20% el 2020, por lo tanto la empresa debe considerar la venta de bonos de carbono como un aporte adicional al proyecto.

En lo que respecta a nuevas inversiones de generación de biogás a partir de RSU dentro de la región de Santiago, las barreras de entrada son altas, debido a que la empresa KDM Energía S.A. tiene contratos por 16 años con más del 50% de los municipios de Santiago, lo que impide el ingreso de nuevas empresas dedicadas al rubro en la región. Esto aun no ha sido regulado por el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia, lo que afecta de manera negativa a nuevos proyectos que se deseen implementar en la región.

A través de este estudio identificamos una serie de barreras importantes que impiden la penetración de las ERNC en nuestro país. Una de ellas y la más importante es la falta de información que existe sobre estas energías dentro de los mercados financieros chilenos, lo que desencadena a que exista una dificultad para acceder a algún tipo de financiamiento; otra barrera que no deja de ser importante es la falta de acceso para poder conectarse al sistema eléctrico. Viendo el tema desde mirada económica, estas barreras afectan de alguna u otra forma a nuestra economía. Los altos valores de la energía, que se ven justificados por la nula disponibilidad que tiene nuestro país de combustibles fósiles, ha puesto a Chile como uno de los países en donde la energía tiene un alto valor, en comparación a la mayoría de los países de Latinoamérica. Chile como una economía abierta a los mercados internacionales, que compite con otros países de



Latinoamérica en actividades como la minería y otras, esta competitividad se ve afectada por el alto costo de la energía, cabe señalar que una de las principales actividades económicas de Chile es el sector minero y que además es el principal consumidor de energía de nuestro país, por ende, Chile de manera estratégica debe modificar su política energética y al mismo tiempo su matriz energética, para así ganar mayor competitividad dentro de los distintos mercados internacionales.

En síntesis consideramos que al desarrollo de las ERNC en Chile, no le basta sólo con la ley 20.257, sino que el progreso de estas energías debe darse por medio de tarifas especiales y bonificaciones, debido a que los costos asociados a esta energía son muy altos y se requiere de más ayudas especiales para su implementación y masificación. A las ERNC hay que verlas como un apoyo a las fuentes tradicionales, no se debe pensar que reemplazaran de manera total a los combustibles fósiles, pero sí permitirán disminuir considerablemente la dependencia energética y los avisos de racionamientos que aparecen cada cierto periodo de sequías.



12X

- Anexo 01: Centrales del Sistema Interconectado del Norte Grande.
- Anexo 02: Centrales del Sistema Interconectado Central.
- Anexo 03: Centrales del Sistema Eléctrico de Aysén.
- Anexo 04: Centrales del Sistema Eléctrico de Magallanes.
- Anexo 05: Generación eléctrica por regiones.
- Anexo 06: Síntesis ley 20.257.
- Anexo 07: Síntesis proyecto de ley 20/20
- Anexo 08: Compensaciones y bonos para ERNC a partir de biomasa en Alemania.
- Anexo 09: Noticia del diario electrónico de Maipú Chile.

Anexo 01**Tabla 01: Centrales del Sistema Interconectado del Norte Grande**

Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
Alto Hospicio	Hidroeléctrica	Pasada		EnerNuevas S.A
Andina	Termoeléctrica	Carbón		E-CL
Angamos I	Termoeléctrica	Carbón		E.E. Angamos
Angamos II	Termoeléctrica	Carbón		E.E. Angamos
Atacama	Termoeléctrica	Gas Natural		Gas Atacama
Cavancha	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Cavancha
Chapiquiña	Hidroeléctrica	Pasada		E-CL
Diesel Arica	Termoeléctrica	Diesel		E-CL
Diesel Enaex	Termoeléctrica	Diesel		Enaex



Diesel Inacal	Termoeléctrica	Fuel Oil número 6		Inacal
Diesel Iquique	Termoeléctrica	Diesel	Fuel Oil	E-CL
Diesel Mantos Blancos	Termoeléctrica	Diesel	Fuel Oil	Minera Mantos Blancos
Diesel Zofri	Termoeléctrica	Diesel		Enor Chile
El Toro 2	Hidroeléctrica	Pasada		EnerNuevas S.A
Estandartes	Termoeléctrica	Diesel		Enor Chile
Hornitos	Termoeléctrica	Carbón		E-CL



Mejillones	Termoeléctrica	Carbón	Gas Natural	E-CL
Norgener	Termoeléctrica	Carbón	Petcoke	Norgener

Elaboración Propia a partir de información entregada por el Centro de Despacho económico de Cargo del Sistema Interconectado del Norte Grande.



Anexo 2

Tabla 02: Centrales del Sistema Interconectado Central

Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
Abanico	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa
Aconcagua	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroeléctrica Aconcagua
Alfalfal	Hidroeléctrica	Pasada		AES Gener
Ancud	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Angol (Los Sauces)	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Antilhue TG	Termoeléctrica	Diesel		Antilhue
Antuco	Hidroeléctrica	Embalse		Endesa
Arauco	Termoeléctrica	Biomasa	Diesel	Arauco Generación
Bocamina	Termoeléctrica	Carbón		Endesa
Cabrero	Termoeléctrica	Biomasa		Masisa Ecoenergía
Caemsa	Hidroeléctrica	Pasada		Carbomet Energía
Calle Calle	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Generación
Campanario	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Campanario



Candelaria (I y II)	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Colbún
Canela I	Eólica	Viento		Central Eólica Canela
Canela II	Eólica	Viento		Central Eólica Canela
Canutillar	Hidroeléctrica	Embalse		Antilhue
Cañete	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Capullo	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Capullo
Carena	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Industrial
Casablanca	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed
Celco	Termoeléctrica	Biomasa		Arauco Generación
Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
Cementos Bío-Bío	Termoeléctrica	Diesel		Cementos Bío-Bío



Cenizas	Termoeléctrica	Fuel Oil		Eléctrica Cenizas
Chacabuquito	Hidroeléctrica	Pasada		Colbún
Chacayes	Hidroeléctrica	Pasada		PacificHydro
Chiburgo	Hidroeléctrica	Pasada		Colbún
Chiloé	Termoeléctrica	Diesel		Elektragen
Cholguán	Termoeléctrica	Biomasa	Diesel	Arauco Generación
Chufquén (Traiguén)	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Chuyaca	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Cipreses	Hidroeléctrica	Embalse		Endesa
Colbún	Hidroeléctrica	Embalse		Colbún
Colihues	Termoeléctrica	Diesel		Minera Valle Central
Collipulli (Malleco)	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Colmito	Termoeléctrica	Diesel		Hidroeléctrica La Higuera



Concón	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed
Constitución	Termoeléctrica	Biomasa		Energía Verde
Constitución	Termoeléctrica	Diesel		Elektragen
Coronel TG	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	PSEG Chile
Coya	Hidroeléctrica	Pasada		PacificHydro
Curacautín	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Curauma	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed
Curillinque	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Pehuenche
Diego de Almagro	Termoeléctrica	Diesel		Endesa
Degañ	Termoeléctrica	Diesel		Energy Partners Chile
Dongo	Hidroeléctrica	Pasada		Inversiones Navitas Holdings



Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
El Diuto	Hidroeléctrica	Pasada		Asociación de Canalistas del Laja
El Manzano	Hidroeléctrica	Pasada		Central Hidroeléctrica El Manzano
El Peñón	Termoeléctrica	Diesel		Energía Latina
El Rincón	Hidroeléctrica	Pasada		Soc. Canalistas del Maipo
El Toro	Hidroeléctrica	Embalse		Endesa
Emelda	Termoeléctrica	Diesel		Inversiones Aledan
Esperanza	Termoeléctrica	Diesel		Enor Chile
Eyzaguirre	Hidroeléctrica	Pasada		Soc. Canalistas del Maipo



Florida	Hidroeléctrica	Pasada		Soc. Canalistas del Maipo
FPC I y II	Termoeléctrica	Biomasa		Eléctrica Nueva Energía
Guacolda I	Termoeléctrica	Carbón	Petróleo	E.E. Guacolda
Guacolda II	Termoeléctrica	Carbón	Petróleo	E.E. Guacolda
Guacolda III	Termoeléctrica	Carbón	Petróleo	E.E. Guacolda
Guacolda IV	Termoeléctrica	Carbón	Petróleo	E.E. Guacolda
Guayacán	Hidroeléctrica	Pasada		Energía Coyanco
Horcones TG	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Arauco Generación
Hornitos	Hidroeléctrica	Pasada		Río Tranquilo
Huasco TG	Termoeléctrica	Diesel	Petróleo IFO-180	Endesa
Huasco Vapor	Termoeléctrica	Carbón		Endesa



Isla	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa
La Arena	Hidroeléctrica	Pasada		EPA
Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
La Confluencia	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroeléctrica La Higuera
La Higuera	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroeléctrica La Higuera
La Paloma	Hidroeléctrica	Pasada		Hidropaloma
Laguna Verde	Termoeléctrica	Carbón		AES Gener
Laguna Verde TG	Termoeléctrica	Diesel		AES Gener
Laja	Termoeléctrica	Biomasa		Energía Verde
Las Vegas	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed
Lautaro	Termoeléctrica	Biomasa		COMASA



Lebu (E)	Eólica	Viento		Cristalerías Toro
Lebu (T)	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Licán	Hidroeléctrica	Pasada		Inversiones Candelaria
Licantén	Termoeléctrica	Biomasa	Diesel	Arauco Generación
Lircay	Hidroeléctrica	Pasada		Hidromaule
Loma Alta	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Pehuenche
Loma Los Colorados	Termoeléctrica	Biogás		KDM Energía
Los Bajos	Hidroeléctrica	Pasada		Carbomet Energía
Los Espinos	Termoeléctrica	Diesel		Termoeléctrica Los Espinos
Los Molles	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa
Los Morros	Hidroeléctrica	Pasada		C.E. Los Morros



Los Pinos	Termoeléctrica	Diesel		Colbún
Los Quilos	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroeléctrica Guardia Vieja
Los Vientos	Termoeléctrica	Diesel		AES Gener
Machicura	Hidroeléctrica	Embalse		Colbún
Maitenes	Hidroeléctrica	Pasada		AES Gener
Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
Mallarauco	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroeléctrica Mallarauco
Mampil	Hidroeléctrica	Pasada		Ibener
Mariposas	Hidroeléctrica	Pasada		Río Lircay
Maule	Termoeléctrica	Diesel		Consortio Energético Nacional
Monte Patria	Termoeléctrica	Diesel		Elektragen



Monte Redondo	Eólica	Viento		Eólica Monte Redondo
Nehuenco I	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Colbún
Nehuenco II	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Colbún
Nehuenco III	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Colbún
Newén	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Gas Sur
Nueva Aldea I (ex Itata)	Termoeléctrica	Biomasa	Diesel	Arauco Generación
Nueva Aldea II	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Arauco Generación
Nueva Aldea III	Termoeléctrica	Biomasa	Diesel	Arauco Generación
Nueva Renca	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Sociedad Eléctrica Santiago
Nueva Ventanas	Termoeléctrica	Carbón		E.E. Ventanas



Ojos de Agua	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa Eco
Olivos	Termoeléctrica	Diesel		Potencia
Palmucho	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa
Pangal	Hidroeléctrica	Pasada		PacificHydro
Pangue	Hidroeléctrica	Embalse		E.E. Pangue
Pehuenche	Hidroeléctrica	Embalse		E.E. Pehuenche
Pehui	Hidroeléctrica	Pasada		Generadora Eléctrica Pehui
Petropower	Termoeléctrica	Petcoke		PetroPower
Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
Peuchén	Hidroeléctrica	Pasada		Ibener
Pilmaiquén	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Puyehue
Placilla	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed



Puclaro	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroeléctrica Puclaro
Pullinque	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Panguipulli
Punitaqui	Termoeléctrica	Diesel		Elektragen
Punta Colorada	Termoeléctrica	Fuel Oil		Barrick Chile Generación
Punta Colorada (E)	Eólica	Viento		Barrick Chile Generación
Puntilla	Hidroeléctrica	Pasada		Eléctrica Puntilla
Quellón	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Quellón II	Termoeléctrica	Diesel		SGA
Queltehues	Hidroeléctrica	Pasada		AES Gener
Quilleco	Hidroeléctrica	Pasada		Colbún
Quintay	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed



Quintero	Termoeléctrica	GNL	Diesel	Endesa
Ralco	Hidroeléctrica	Embalse		Endesa
Rapel	Hidroeléctrica	Embalse		Endesa
Renca	Termoeléctrica	Diesel		Sociedad Eléctrica Santiago
Rucúe	Hidroeléctrica	Pasada		Colbún
San Francisco Mostazal	Termoeléctrica	Diesel		Energía Verde
San Clemente	Hidroeléctrica	Pasada		Colbún
San Francisco de Mostazal	Termoeléctrica	Biomasa		Energía Pacífico
Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
San Ignacio	Hidroeléctrica	Pasada		Colbún
San Isidro	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	C.E. San Isidro



San Isidro II	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Endesa
San Lorenzo	Termoeléctrica	Diesel		Energía Latina
Santa Lidia	Termoeléctrica	Diesel		AES Gener
Sauce Andes	Hidroeléctrica	Pasada		G.E. Sauce Los Andes
Sauzal	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa
Sauzalito	Hidroeléctrica	Pasada		Endesa
Skretting	Termoeléctrica	Diesel		PSEG Chile
Taltal	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	Endesa
Tapihue	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	TecnoRed
Teno	Termoeléctrica	Diesel		Energía Latina
Termopacífico	Termoeléctrica	Diesel		Generadora del Pacífico
Tierra Amarilla	Termoeléctrica	Diesel		Tierra Amarilla
Total (E)	Eólica	Viento		Norvind
Total (T)	Termoeléctrica	Diesel		TecnoRed



Trapén	Termoeléctrica	Diesel		Energía Latina
Trueno	Hidroeléctrica	Pasada		Sociedad Agrícola y Ganadera
Triful-Triful	Hidroeléctrica	Pasada		Hidroelec
Valdivia	Termoeléctrica	Biomasa	Diesel	Arauco Generación
Ventanas	Termoeléctrica	Carbón		AES Gener
Volcán	Hidroeléctrica	Pasada		AES Gener
Watts	Termoeléctrica	Gas Natural	Diesel	SAESA

Elaboración Propia a partir de información entregada por el Centro de Despacho económico de Cargo del Sistema Interconectado Central.

Anexo 03

Tabla 03: Centrales del Sistema Eléctrico de Aysén

Nombre	Tipo	Fuente primaria		Empresa
		1	2	



Aisen - Hidro	Hidroeléctrica	Pasada		Edelaysen S.A.
Aisen - Térmica	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Alto Baguales	Eólica	Viento		Edelaysen S.A.
Chacabuco	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Chile Chico	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Cochamó	Termoeléctrica	Diesel		SAGESA
Cuchildeo	Hidroeléctrica	Pasada		E.E. Cuchildeo
El Traro	Hidroeléctrica	Pasada		Edelaysen S.A.
Farellones	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Futaleufú	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Hornopirén	Termoeléctrica	Diesel		SAGESA
L. Atravesado	Hidroeléctrica	Pasada		Edelaysen S.A.



Palena	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Puerto Ibáñez	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.
Río Azul	Hidroeléctrica	Pasada		Edelaysen S.A.
Tehuelche	Termoeléctrica	Diesel		Edelaysen S.A.

Elaboración Propia a partir de información entregada por el CNE.



Anexo 04**Tabla 04:** Centrales del Sistema Eléctrico de Magallanes

Nombre	Tipo	Fuente primaria 1	Fuente primaria 2	Empresa
AraucTG Hitachi	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
Cabo Negro	Eólica	Viento		Methanex Chile
GE-10	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar 0,92	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.



MD Caterpillar 1	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Caterpillar 2	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Cummins	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD F.Morse 0,3	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Palmero	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Palmero	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Sulzer 1	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Sulzer 2	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MD Sulzer 3	Termoeléctrica	Diesel		EDELMAG S.A.
MG Jenbacher	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MG Waukesha	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MG Waukesha	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MG Waukesha	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MG Waukesha 0,87	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
MG Waukesha 1,18	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
T.G. Solar N° 4	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
T.G. Solar N° 5	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
TG Solar Mars	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
TG Solar Titán	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.
TG Solar Titán	Termoeléctrica	Gas Natural		EDELMAG S.A.

Elaboración Propia a partir de información entregada por el CNE.



Anexo 05

Tabla 05: Generación eléctrica por regiones (expresado en GWh).

Año	I Región	II Región	III Región	IV Región	V Región	VI Región
2010	1.422	13.259	4.504	335	13.992	1.540
2011	1.287	13.698	4.805	678	14.453	1.856
Año	VII Región	VIII Región	IX Región	X Región	XI Región	
2010	6.912	11.134	541	1.337	165	
2011	7.112	13.117	611	1.102	198	



Anexo 06

Síntesis ley 20.257³⁰

Con el objetivo de diversificar la matriz energética chilena y aumentar la independencia del suministro energético, se promulgó el año 2008 la Ley N° 20.257. En ésta se fijó la obligación a las empresas eléctricas que operan en el SIC y el SING al certificar que un 5% de sus ventas anuales de electricidad son generadas con fuentes de energías renovables a partir del 2010. Esta obligación tiene contemplado un aumento anual de 0,5% a contar del 2015, para llegar al 10% en el 2024. De no cumplirse, las empresas deben pagar una multa de 0,4 UTM por cada MWh de déficit con respecto a la obligación que debe cumplir y, si dentro de los tres años no lo hace, la multa asciende a 0,6 UTM.

Con la aplicación de esta ley se aseguró que en el mediano plazo el 10% de la generación eléctrica provendría de fuentes de energías renovables no convencionales.

³⁰ Información entregada por la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.



Anexo 07

Síntesis proyecto de ley 20/20

En el último año se ha planteado en el debate público la ambiciosa meta de alcanzar al año 2020 un 20% de participación de las energías renovables no convencionales dentro de la matriz energética.

La aspiración planteada en el programa de gobierno del Presidente Piñera se tradujo en una meta y compromiso en su primera Cuenta Nacional realizada el 21 de mayo del 2010 frente al Congreso pleno. En esta oportunidad, se planteó que las ERNC serían la respuesta a la necesidad de energía limpia, económica y segura. Luego de lo anteriormente expuesto, un grupo de senadores presentó una modificación al Art. 150estuviera establecida formalmente y su cumplimiento garantizado por ley.

El proyecto de ley propuso aumentar la meta de 10% a 20% y acelerar los plazos, lo que se traduce en una menor gradualidad (aumentaría a razón de 2,5% a partir del 2015) y un cumplimiento del nuevo objetivo tan pronto como el año 2020. Además, el proyecto de ley amplía las posibilidades de comercializar las ERNC hacia clientes libres, las compañías distribuidoras de electricidad y localidades rurales para venderlo entre aquellos que deban acreditar la obligación.

El proyecto de ley se encuentra actualmente en primer trámite constitucional, en el que ya se aprobó la idea de legislar en la Comisión de Minería y Energía del Senado,



y se encuentran pendientes de resolver las distintas indicaciones presentadas en el curso de su tramitación. Estas indicaciones tienden a elevar las exigencias, reduciendo los plazos e incorporando algunos aspectos adicionales no contemplados en el proyecto de ley original.



Anexo 08

Tabla 06: Compensaciones y Bonos para ERNC a Partir de Biomasa en Alemania

		<= 150 kW	<= 500 kW	<= 5MW
1.	Compensación básica	11.67 Cent (+1 Cent)	9.18 Cent (sin cambios)	8.25 Cent (sin cambios)
2.	Bono formaldehído – nuevo	Planta vieja	1.0 Cent	
		Planta nueva	1.0 Cent	
3.	Bono recursos renovables	7 Cent (+1 Cent)	7 Cent (+1 Cent)	4 (sin cambios)
4.	Bono conservación de paisaje - nuevo	2 Cent	2 Cent	
5.	Bono estiércol - nuevo	4 Cent	1 Cent	
6.	Bono tecnologías innovadoras (sin alimentación de gas)	2 Cent (sin cambios)	2 Cent (sin cambios)	2 Cent (sin cambios)
7.	Bono tecnología (inyección a red de gas natural)	Planta nueva	Depende en la cantidad de la alimentación	
		Planta vieja	2 Cent	
8.	Bono combinación fuerza-calor	0/2/3 Cent	0/2/3 Cent	0/2/3 Cent

Fuente: EuroObserv'ER 2010

Anexo 09



Extracto 01: Noticia del diario electrónico de Maipú Chile

La licitación de la basura en la comuna de Huechuraba

En enero de este año, el municipio de Huechuraba llamó a licitación pública para el tratamiento intermedio y disposición final de los residuos domiciliarios de la comuna. El 15 de marzo se abrieron las ofertas técnicas y económicas de los oferentes, que esta vez fueron cuatro empresas: KDM, SANTA MARTA, PROACTIVA Y GERSA, esta última sin tener un relleno sanitario propio sino que en fase de aprobación y asentamiento también en Til-Til, y planta de transferencia en Quilicura. Esta licitación permite la subcontratación de servicios.

El Municipio de Huechuraba fue uno de los que no optó por la renovación automática con KDM -al igual que Maipú y procedió a licitar.

Del cuadro de ofertas económicas, las empresas Santa Marta con el relleno sanitario en Lonquén, y KDM con el relleno sanitario en Til-Til presentan las ofertas más altas sin IVA. (Sobre los \$ 10.000) y Las empresas GERSA y PROACTIVA, las más bajas con precios sobre los \$ 7.000 por tonelada dispuesta.

De acuerdo a las bases de la licitación, uno de los criterios de elegibilidad, señalado expresamente, es el precio, que tiene una ponderación del 60 % en la adjudicación final.



Esta licitación pública de la municipalidad de Huechuraba se adjudicará el 30 de mayo de 2011 en votación de su H. Concejo Municipal.

Hemos traído a colación esta licitación de Huechuraba, puesto que sería el antecedente más cercano que tendría la adjudicación en Maipú, pues lo más probable es que se presenten los mismos oferentes, ya que éste, es un mercado muy reducido.

Sobre la base de los antecedentes de Huechuraba y de la obtención de antecedentes provenientes del tarifario público que deben publicar estas empresas, se estima que en la licitación del municipio de Maipú; Santa Marta y KDM deberían ofertar valores alrededor de los \$ 10.000 por tonelada tratada y dispuesta, a la vez que PROACTIVA y GERSA, sus ofertas económicas oscilarían entre los \$ 5.500 y \$ 7.500 la tonelada tratada y depositada.

Valores que en un gran volumen de recolección - Maipú produce entre 18.000 a 20.000 toneladas de basura mensual -tiene una incidencia económica importante.



Proveedor	Nombre Oferta	Especificaciones	Cant. Ofertada	Precio Unitario
KDM	Tratamiento y Disposición Final de residuos Sólidos	El precio ingresado al portal corresponde a la recepción de cada tonelada en la Estación de Transferencia Quilicura, para el tratamiento intermedio de los residuos, además del transporte y disposición final en el relleno sanitario Loma Los Colorados, ubicado en la Comuna de Til-Til. Cabe señalar que a la tarifa por el tratamiento intermedio de los residuos se debe agregar IVA.	1	\$ 10.017
SANTA MARTA	Ídem	Valor Unitario (\$/ton). Tratamiento intermedio más disposición final. Valor sin IVA.	1	\$ 10.840
PROACTIVA	Ídem	Valor por tonelada de residuos dispuesto en Relleno Sanitario Santiago Poniente.	1	\$ 7.493
GERSA	Ídem	Valor Neto tonelada por tratamiento intermedio y disposición final de residuos sólidos para la comuna de Huechuraba.	1	\$ 7.450



3180

• Bibliografía



Bibliografía

- Aguas Andinas, “Proyecto de Biogás: Nueva Energía para Santiago”, agosto 2010.
- Alvaro J. Covarrubias Olivares, Colegio de Ingenieros de Chile A.G., Mes de la Energía, junio 2011. Seminario Energía Nuclear de Potencia, “Escenario eléctrico de Chile para el año 2030 Visión del Comité de Energía Nuclear”.
- Colegio de Ingenieros de Chile y Arturo Brandt (First Climate AG), “El Cambio Climático y el Mercado de Carbono, Nuevas oportunidades”, junio 2008.
- Comisión Nacional de Energía y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, “Potencial de biogás, identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás”.
- Felipe Kaiser, Kaiser Energía Biological Engineering Solution, “Proyectos de biogás a pequeña y mediana escala: Energía limpia a partir de purines”.
- Gamma Ingenieros S.A. y Ministerio de Energía, “Modelos de negocio que rentabilicen aplicaciones de Biogás en Chile y su fomento”, abril 2011.
- Gobierno de Chile (Ministerio de Energía), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Global Environment Facility (GEF), “Manual de Biogás”.



-
- Gobierno de Chile, Ministerio de Energía, “Cuenta Anual 2011”, diciembre 2011.
 - Gobierno de Chile, Ministerio de Energía, “Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, Energía para el Futuro-limpia-segura-económica”, Febrero 2012.
 - Juan Cristóbal Paredes Friedmann y Osvaldo Pacheco, “Planificación de la Etapa de Desarrollo Proyectos de Generación con Biogás”
 - Luis S. Vargas, Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile. Ph.D. University of Waterloo, Canadá. Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile y Carlos Aravena R., Estudiante de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, mención Eléctrica, Universidad de Chile, “Perspectivas para el abastecimiento eléctrico Chileno en el periodo 2006-2030”.
 - Nicolás Borregaard, Facultad de Economía y Negocios de la Universidad Alberto Hurtado y Ricardo Katz, Gestión Ambiental Consultores, “Estudio completo de opciones para la Matriz Energética Eléctrica, insumos para la discusión”.
 - Página de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, www.acee.cl.
 - Página de la Comisión Nacional de Energía, www.cne.cl.
 - Página de la Fiscalía Nacional Económica, www.fne.cl.
 - Página de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, www.sec.cl.
 - Página de Prochile, www.prochile.cl.
 - Página de Renewable Energy World, www.renewableenergyworld.com.
 - Página del Centro de Energías Renovables, cer.gob.cl.



-
- Página del Ministerio de Energía, www.minenergia.cl .
 - Página Red de Biogás Oportunidades y Desafíos Chile, www.redbiogas.cl.
 - Red de Biogás, “Biogás como Fuente de Energía Renovable No Convencional: Oportunidades y Desafíos”, junio 2009.
 - Seminario Presente y Futuro del Sector Energético, Colegio de ingenieros de Chile, “EL GNL en la matriz energética de Chile: presente y futuro”, junio 2009.
 - Sergio Durandean Stegmann, KDM Energía S.A., “Proyecto de Generación Eléctrica en Base a Biogás Central Loma Los Colorados”.

