



UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

**EVALUACION TECNICA ECONOMICA DE LA
IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PROCESADORA
DE RESIDUOS EN LA REGION METROPOLITANA**

GERMÁN GONZÁLEZ ACKERKNECHT

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

SANTIAGO, CHILE

2004



UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

**EVALUACION TECNICA ECONOMICA DE LA
IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PROCESADORA
DE RESIDUOS EN LA REGION METROPOLITANA**

GERMÁN GONZÁLEZ ACKERKNECHT

Profesor Guía: Luis Escobar A.
Rodolfo Martínez O.

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

SANTIAGO, CHILE

2004

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios por la oportunidad de aprender y desarrollarme, colocando en mi camino a tantas personas que de una u otra manera han contribuido en forma significativa en mi vida y en este trabajo que hoy me llena de satisfacción.

En forma especial a mis padres, Germán y Sonia quienes han sido el pilar fundamental de mi vida y me han dado la posibilidad de adquirir conocimientos y valores para perfeccionarme, con el propósito de enfrentar los obstáculos que me depare la vida.

A mis hermanos, Christian quien me ha apoyado y ayudado en mi vida a cumplir con mis metas que me he impuesto y por sobre todo por ser mi mejor amigo, a Ignacio por su dulzura y constante cariño.

A mi familia y amigos, en especial a mis abuelos que desde el cielo me ayudaron y me guiaron para lograr todas mis metas, a mi abuelita Nana por ser un nieto afortunado por tenerla y poder compartir estos logros y metas juntos y a mi abuelita Teresa quien me acompañó durante su larga vida y ahora desde el cielo para cumplir todos mis sueños, los quiero mucho.

Finalmente, a Carla quien me ha apoyado durante este proceso y por entregarme su amor incondicional, muchas gracias y la quiero mucho.

Germán.

Agradecimientos

La realización de esta memoria contó con la ayuda de muchas personas. A todas aquellas mis mas sinceros agradecimientos por su valioso tiempo, dedicación y apoyo. En especial:

A Aurora Pinto, quien confió en mi persona para desarrollar este proyecto y me entregó la información y los conocimientos necesarios para poder desarrollar este proyecto en forma profesional y responsable.

Don Luis Escobar, Don Rodolfo Martínez y Don Roberto Fuenzalida profesores de la Universidad, quienes me guiaron, me entregaron conocimientos y herramientas fundamentales y por sobre todo su calidad humana que me brindaron para terminar un importante ciclo en mi vida.

A la Señora Mireya Cané, secretaria académica, quien me ayudó y me entregó valores con un gran cariño.

A mi tío Jimmy Black Cella quien me entregó conocimientos, valores y por sobre todo por su ayuda durante este proyecto.

Germán.

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	10
-------------------------	----

CAPITULO I - INTRODUCCION

1.1 Introducción	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Principal:.....	14
1.2.2 Objetivo Especificos:	14
1.3 Marco de Referencia	16
1.3.1 La Empresa	16

CAPITULO II - ORIGENES Y TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

2.1 Definición	19
2.1.1 Orígenes de los residuos sólidos.....	19
• Residuos Domésticos y Comerciales.....	19
• Residuos Institucionales.....	19
• Residuos de Construcción y Demoliciones.....	20
• Residuos de Servicios Municipales.....	20
• Residuos Agrícolas.....	21

CAPITULO III - FLUJOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

3.1 Situación Actual	24
3.1.1 Descripción del flujo de los RSD	24
3.2 Composición	31

CAPITULO IV - MARCO JURIDICO

4.1 Introducción	36
4.2 Normas Constitucionales	37
4.3 Normas Legales	37
4.4 Normas para etapas del manejo de los residuos	38
(Reglamentarias)	38

CAPITULO V - INGENIERIA DE PROYECTO

5.1 Análisis de la Ubicación	43
5.2 Estudio del Caso Base de la Planta	43
5.3 Capacidad de la Planta	45
5.4 Descripción del Proceso	46
5.4.1 Línea de alimentación y trituración	46
5.4.2 Línea de tratamiento térmico	48
5.4.3 Línea de eliminación de polvos del gas de Pirólisis.....	52
5.4.4 Línea de tratamiento, depuración y descarga de humos	53
5.4.5 Línea de producción de energía eléctrica.....	55
5.5 Las Emisiones	55
5.6 Investigación y adaptación de la Planta al Caso Chileno	58

CAPITULO VI - ANALISIS ESTRATEGICO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA

CHILENA

6.1 Reseña Histórica	62
6.1.1 Generación	63
6.1.2 Transmisión	65
6.1.3 Distribución.....	65
6.1.4 Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC).....	65
6.1.4 Sistemas Eléctricos en Chile	68

6.2 Estrategia de Negocio	73
6.2.1 Metodología de Trabajo	73
6.2.2 Unidad Estratégica de Negocio	75
6.2.3 La Misión del Negocio	75
6.3 Atractivo de la industria	76
6.3.1 Intensidad de la rivalidad entre los Competidores	77
6.3.2 Amenaza de Nuevos Entrantes	78
6.3.3 Poder Negociador de los Proveedores	79
6.3.4 Poder Negociador de los Compradores	80
6.3.5 Disponibilidad de Sustitutos	83
6.3.6 Oportunidades Claves	83
6.3.7 Amenazas Claves	84
6.4 Análisis Interno	84
6.4.1 Fortalezas	88
6.4.2 Debilidades	88
6.4.3 Análisis de Costos	89
6.5 Formulación Estratégica	97
6.5.1 Matriz FODA	98
6.5.2 Matriz Atractivo de la Industria / Fortaleza del Negocio	99
6.5.3 Matriz Atractivo de la Cartera del Ciclo de Vida	100
6.5.4 Acciones para las Estrategias Genéricas	101

CAPITULO VII - EVALUACION ECONOMICA

7.1 inversión	106
7.2 Ingresos	108
7.2.1 Ingresos por tratamiento de Basura:	108
7.2.2 Ingresos por Energía	109
7.2.3 Ingresos por Potencia Firme	110
7.3 Costos Variables	111
7.4 Costos Fijos	113
7.5 Impuestos	114

7.6 Valor Residual	114
7.7 Flujo de Caja	115
7.8 Análisis de Sensibilidad	116

CAPITULO VIII - CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones	118
-------------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	122
---------------------	------------

ANEXOS	124
---------------	------------

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 3.1 - Flujo de los RSD en la Region Metropolitana.....	25
Figura N° 3.2 - Destino de los RSD en la Region Metropolitana.....	30
Figura N° 5.1 - Tolva de Alimentacion.....	47
Figura N° 5.2 - Triturador Circular.....	48
Figura N° 5.3 - Linea de Tratamiento Termico.....	49
Figura N° 5.4 - Linea de Tratamiento Termico.....	50
Figura N° 5.5 - Extraccion de Residuos Inertes.....	52
Figura N° 5.6 - Reutilizacion Gas de Pirolisis.....	53
Figura N° 5.7 - Linea de Tratamiento, Depuracion y Descarga de Humos.....	54
Figura N° 5.8 - Flow Sheet Planta de Tratamiento Termico de Residuos.....	60
Figura N° 6.1 - Modelo Pool de la Industria Electrica Chileno.....	67
Figura N° 6.2 - Composicion del Sistema Electrico.....	72
Figura N° 6.3 - Planificacion Estrategica de una UEN.....	74
Figura N° 6.4 - Flow Sheet de la Planta.....	85
Figura N° 6.5 - Cadena de Valor de Stera Chile S.A.....	87
Figura N° 6.6 - Matriz FODA.....	98
Figura N° 6.7 - Matriz Atractivo de la Industria / Fortaleza del Negocio.....	99
Figura N° 6.8 - Matriz Atractivo de la Cartera del Ciclo de Vida.....	100

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1 - Composicion de los RSD según Nivel Socio Economico.....	32
Tabla N° 3.2 - Proyeccion de Composicion de los RSD en la RM.....	33
Tabla N° 3.3 - Variacion Estacional en la Composicion.....	34
Tabla N° 5.1 - Reacciones producidas en el Reactor de Pirolisis.....	45
Tabla N° 5.2 - Comparacion entre las emisiones.....	56
Tabla N° 6.1 - Mision del Negocio.....	76
Tabla N° 6.2 - Factores de Penalizacion, precios de energia y potencia.....	92
Tabla N° 6.3 - Diferencia entre Precio libre y Teorico.....	95

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 3.1 - Composicion Media de los RSD en la RM.....	32
Grafico N° 6.1 - Concentracion del Mercado en el SING.....	69
Grafico N° 6.2 - Concentracion del Mercado en el SIC.....	71
Grafico N° 6.3 - Diferencia entre el Precio Nudo y Costo Marginal.....	96

Resumen Ejecutivo

Los impactos socio económicos asociados a los cambios en los patrones de producción y de consumo en nuestro país, conjuntamente con el crecimiento de la población y de la actividad económica, han provocado un notorio aumento en la generación de residuos de todo tipo y la saturación y/o terminó de la vida útil de los vertederos de la Región Metropolitana, lo que ha originado una serie de problemas ambientales.

Es por lo anterior, que el presente proyecto tiene por objetivo realizar una evaluación técnico económica para la implementación de una *Planta Procesadora de Residuos* con el fin de aprovechar dicha energía en la fabricación de energía eléctrica, y así solucionar una parte de las problemáticas ambientales.

El análisis será desarrollado presentando a la empresa, sus objetivos y operaciones actuales, luego se dará una definición y un enfoque de la situación actual en la que se encuentra la gestión de los residuos en la región metropolitana, pasando por todas las etapas desde la generación hasta la disposición final.

A continuación se identificarán las normas jurídicas (leyes, decretos, etc.) más importantes que enfrentará este estudio para su implementación. Luego se realizará un estudio técnico, que describirá los procesos, características y capacidades que posee la planta.

Consecutivamente, se desarrollará un análisis estratégico de la industria eléctrica Chilena, utilizando el mismo modelo de las 5 Fuerzas de Porter, para luego determinar las oportunidades y amenazas que entrega la industria.

Para determinar la posición competitiva, las fortalezas y debilidades de Stera Chile S.A., se efectuará una evaluación interna a nivel de negocio, donde a través del modelamiento de la cadena del valor, se conocerá el conjunto de factores que determinarán la posición competitiva que adoptará el negocio, a fin de obtener una ventaja sostenible en el tiempo.

Una vez desarrollado el análisis del medio externo (5 fuerzas de Porter) y el interno, fue necesario determinar las estrategias que se deberán seguir, por lo que se construyó una matriz FODA junto a una matriz del Atractivo de la Industria / fortaleza del negocio y la cartera del ciclo de vida, las cuales entregan estrategias genéricas que guiarán a determinar la estrategia que adoptará Stera Chile S.A. Al conocer las directrices estratégicas, se creará una alianza estratégica con el consorcio Santa Marta S.A. y aprovechar las sinergias que se producen, para instalar la planta en dicho lugar, solucionando en parte las problemáticas ambientales en que se encuentra el vertedero y generar energía eléctrica que auto abastecer al propio vertedero y a las líneas de transmisión.

Finalmente, se realizó una evaluación económica para determinar si el proyecto es favorable o no, lo que arrojó un resultado muy favorable entregando un valor actual neto de **€ 3.1 millones de euros** y una tasa interna de retorno de **33.2%**, con una tasa de descuento de un **10%**.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Introducción

En Chile, se ha observado un incremento considerable en la producción de residuos sólidos Industriales, Domésticos y Hospitalarios, debido al notable aumento económico e industrial, lo que ha afectado el medio ambiente y también la calidad de vida.

La prestación del servicio de recolección es una de las tareas fundamentales de los municipios. Sin embargo, en la actualidad no existen instalaciones apropiadas para el tratamiento y disposición final de los residuos y constituye a menudo un problema técnico y económico para las municipalidades.

Es importante plantear soluciones a estos problemas, a fin de crear condiciones adecuadas para “Garantizar a todos los habitantes del país el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación” y, a la vez, responder a las estrictas regulaciones ambientales internacionales.

El presente estudio plantea una alternativa para ayudar a la solución de algunos de los problemas generados por los residuos sólidos domiciliarios que son producidos en la Región Metropolitana.

Se estudiará la implementación de *una Planta Procesadora de Residuos* con el fin de aprovechar la energía de los procesos para la generación de Energía Eléctrica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal:

El objetivo de este estudio es evaluar y analizar la factibilidad técnica–económica de la implementación de una planta *Procesadora de Residuos Sólidos Domiciliarios* en la Región Metropolitana, con el fin de aprovechar la energía que se produce en el proceso, para la generación de Energía Eléctrica.

1.2.2 Objetivo Específicos:

- Determinar si es factible operacional y económicamente instalar la planta, propuesta para este estudio en la Municipalidad de Talagante, desde el punto de vista de disponibilidad y precios de los insumos y combustibles.
- Identificar cada uno de los procesos involucrados ya sea en la generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.
- Determinar el tamaño del mercado y las características de residuos generados.
- Determinar cuales son las normativas y barreras legales vigentes para un proyecto de esta índole.
- Analizar el sector energético Chileno
- Minimizar los índices de contaminación que se producen en la actualidad.

Se deberá realizar un estudio de la situación actual de los residuos domiciliarios, donde se identificarán, estudiarán y entregarán antecedentes generales de los procesos implicados en el tratamiento de residuos, pasando por todas sus etapas, es decir desde su generación hasta su disposición final y las empresas que actualmente están a cargo de este servicio.

Posteriormente se analizará las leyes, normas y regulaciones que la planta deberá cumplir para estar acorde con los estándares de las legislaciones Europeas y Chilenas. Una vez definido lo anterior, se efectuará un análisis estratégico para definir las directrices estratégicas que la empresa deberá seguir para poder introducirse en este negocio.

Finalmente se realizará un análisis económico para determinar la rentabilidad del negocio. Se evaluará, con el objetivo de poder hacer factible la implementación e instalación de una planta realizando un flujo de caja cuyo horizonte de tiempo será de 10 años. Con lo anterior se describirán las conclusiones y resultados obtenidos.

1.3 Marco de Referencia

1.3.1 La Empresa

STERA Italia S.r.l es una empresa del sector industrial italiano, que desarrolla sus actividades en el ámbito de proyectos de renovación y de construcción de plantas industriales en el sector del Cemento, del Ambiente y de la Energía. Cuenta con un equipo de instalaciones de maestranza, altamente calificada y apreciada en el mercado específico de los servicios.

Propone expandirse en el mercado internacional, sobre todo en el de América Latina, España y Portugal, persiguiendo una línea estratégica de propuestas tecnológicas de última generación, con el objetivo de contribuir a las exigencias de renovación y recuperación ambiental de estos países.

Su política de cooperación entre compañías de distintos sectores, le permite ofrecer, una amplia gama de servicios, como la intermediación, construcción y gestión de plantas de tratamiento de todas las tipologías de residuos, tales como, sólidos urbanos, hospitalarios, industriales, tóxicos y nocivos o peligrosos. Opcional y complementariamente las plantas se pueden implementar con recuperación térmica y producción de energía eléctrica, siguiendo la línea de la normativa de recuperación ambiental y de las leyes internacionales actualmente previstas por los tratados de la Comunidad Económica Europea (CEE) y ratificadas por los acuerdos del Protocolo de Kyoto.

Estas nuevas propuestas tecnológicas, desde un punto de vista social y económico son un importante paso hacia el desarrollo cultural, de todos aquellos países que decidan adoptar nuevas filosofías y conceptos de renovación industrial, teniendo en consideración el medio ambiente y perfectamente integrados a las normativas internacionales.

STERA Italia S.r.l pretende disponer de una nueva sucursal en la ciudad de Santiago de Chile (STERA Chile S.A.), con el objeto de traspasar las fronteras e incorporarse en este importante mercado Sudamericano.

STERA Italia S.r.l ocupa actualmente un lugar privilegiado en el sector del tratamiento de todas las tipologías de residuos en el ámbito internacional, ya que es la única compañía que dispone de la exclusiva representación y poder de intermediación de tecnologías tuteladas por una patente mundial.

Las propuestas de tecnologías de comprobada eficiencia en las resoluciones de temáticas ambientales, sin contaminación atmosférica complementaria, no solamente permiten la reducción de la producción de residuos, fruto de la natural evolución económica de la estructura social, pero crea por otro lado, la posibilidad de generación de energías alternativas, ecológicamente “limpias”, con enormes ventajas y aumentando el bienestar social de la ciudadanía, a la que además se le ofrece un servicio global altamente calificado en el tratamiento de sus residuos.

CAPITULO II
ORIGENES Y TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS

Este capítulo tiene por objetivo introducir el tema de los residuos, para entender acabadamente este tema y esclarecer la existencia de los tipos de residuos y el manejo a que estos se someten en la actualidad.

2.1 Definición

El término residuo, puede ser empleado para cualquier sustancia, objeto o material cuyo propietario o generador considere que no tiene el suficiente valor para conservarlo o reutilizarlo y para individuos u organizaciones que no estén interesados en reclamarlos, reciclarlos o reutilizarlos¹.

No todos los residuos tienen las mismas composiciones, ya que se ven fuertemente afectados por factores como: ubicación geográfica del productor, clima, nivel socioeconómico, procesos productivos asociados a la generación, tipo de productor y otros.

2.1.1 Orígenes de los residuos sólidos

El conocimiento de los orígenes y tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño y la operación de los elementos funcionales asociados con la gestión de residuos sólidos.

Pueden desarrollarse distintas clasificaciones según sus orígenes, es decir, residuos domésticos, comerciales, institucionales, de construcción y demoliciones, de servicios municipales, de zonas de plantas de tratamiento, industriales y agrícolas.

¹ Definición obtenida por la EPA (Environmental Protection Agency)

- **Residuos domésticos y comerciales**

Los residuos domiciliarios son desechos o residuos sólidos, semisólidos, líquido o materiales gaseosos que son generados y desechados en su mayoría por parte de individuos, por la actividad domiciliaria o aquellos desechos que no necesariamente provienen del hogar, pero cuyas características se asimilan a las del material domiciliario, en este caso provenientes de operaciones comerciales.

Los residuos sólidos domésticos, excluyendo los residuos especiales y peligrosos, consisten en residuos sólidos orgánicos² (combustibles) e inorgánicos³ (incombustibles) de zonas residenciales y establecimientos comerciales.

- **Residuos Institucionales**

Las fuentes institucionales de residuos sólidos incluyen centros gubernamentales, escuelas, cárceles y hospitales. Excluyendo a los residuos de fabricación de las cárceles y residuos sanitarios de los hospitales; los residuos sólidos generados en estas instalaciones son muy similares a los RSU⁴ no seleccionados. En la mayoría de los hospitales, los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de otros residuos sólidos.

² Estos desechos provienen de los seres vivos, por lo que son biodegradables, es decir, tienen la capacidad de fermentar y ocasionar procesos de descomposición.

³ Estos Residuos son aquellos que tienen la característica de que tardan mucho tiempo en desintegrarse o nunca logran una descomposición, y es por ello que se les llama no biodegradables

⁴ RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

- **Residuos de Construcción y Demoliciones**

Los residuos de la construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras, son clasificados como *residuos de construcción*. La composición es variable, pero pueden incluir suciedad, piedras, hormigón, ladrillos, escayola, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad.

Los residuos de los edificios demolidos, calles levantadas, aceras, puentes y otras estructuras, son clasificados como *residuos de demolición*. La composición de estos residuos es similar a la de los residuos de la construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.

- **Residuos de Servicios Municipales**

Otros residuos de la comunidad, que se derivan de la operación y del mantenimiento de las instalaciones municipales y de la provisión de otros servicios municipales, incluyendo barraduras de calle, basura en la calle, residuos de los cubos de basura municipales, recortes del servicio de jardines, residuos de sumideros, animales muertos y vehículos abandonados.

- **Residuos Agrícolas**

Los residuos y rechazos que se obtienen de diversas actividades agrícolas, tales como plantar y cosechar cultivos en hilera, de campo, de árbol y de vid; la producción de leche, la crianza de animales para el matadero y la operación de ganadería intensiva, colectivamente se llaman *residuos*⁵ *agrícolas*⁶.

⁵ Fuentes de Residuos Sólidos en la Comunidad. Ver Anexo N°3

⁶ Para mayor información sobre otros tipos de residuos. Ver Anexo N°4

CAPITULO III
FLUJOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS

3.1 Situación Actual

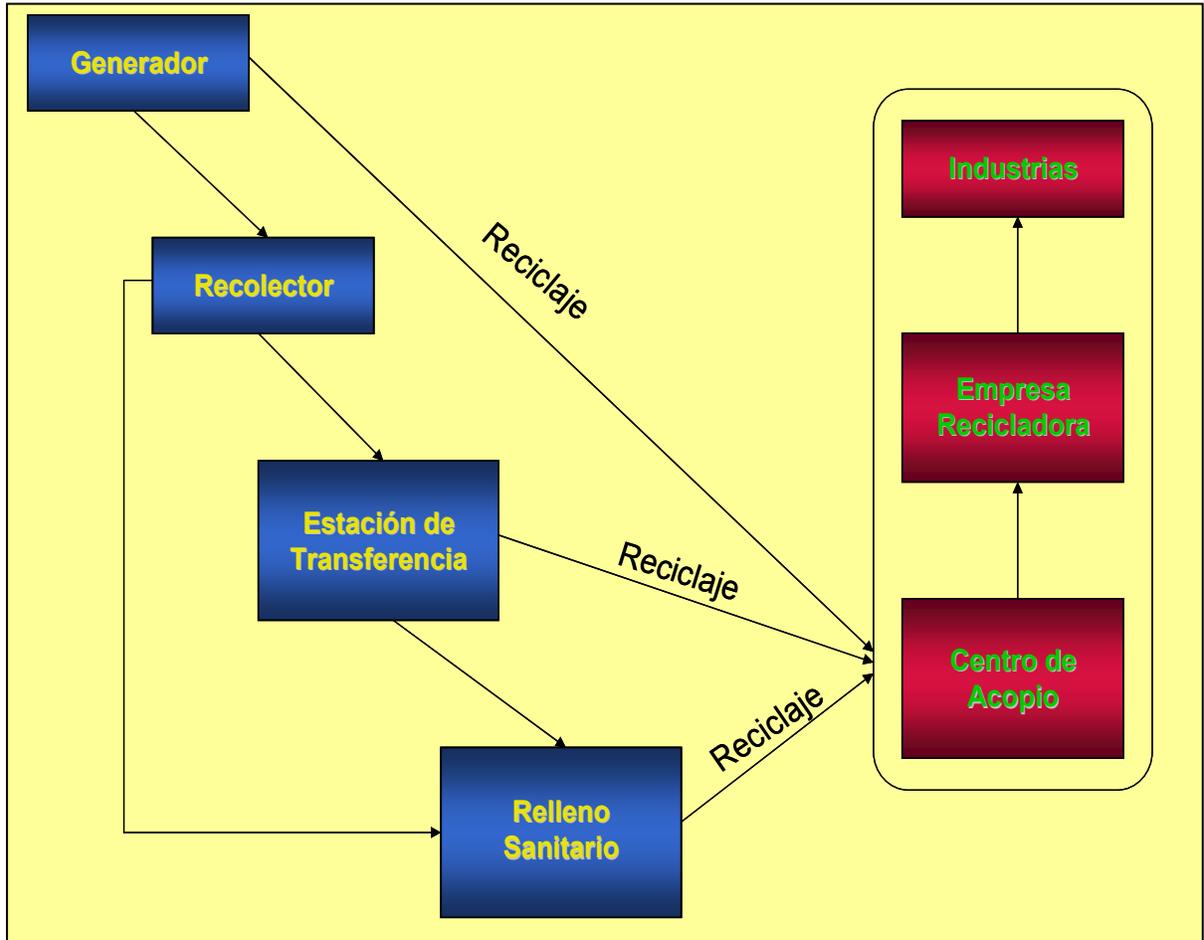
Este capítulo pretende dar a conocer los procesos actuales en que los RSD son sometidos desde la generación hasta la disposición final.

3.1.1 Descripción del flujo de los RSD

Las actividades asociadas a la gestión de los residuos sólidos, desde el punto de vista de generación hasta la disposición final, han sido agrupadas en siete procesos fundamentales:

- Generación.
- Separación en Origen.
- Almacenamiento
- Recolección y Transporte.
- Estaciones de Transferencia y Transporte.
- Tratamiento.
- Disposición final.

Figura N° 3.1
Flujo de los RSD en la Región Metropolitana



Fuente: Política para el manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios, CONAMA, 2000

• Generación

La generación de los residuos abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional y son tirados y acumulados en recipientes como bolsas de basura, basureros, contenedores, etc., para la disposición final. Es importante mencionar que en la generación de residuos existe un paso de identificación y que éste varía con cada residuo en particular.

Por otro lado, la generación de los RSD, varían en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. El creciente desarrollo de la economía chilena ha traído consigo un considerable aumento en la generación de estos residuos. En la década de los sesenta, alcanzaba los 0,2 a 0,5 Kg/Habitante/día; hoy en día se sitúa entre 0.8 y 1.08 Kg/Habitante/día⁷.

Las estadísticas que dispone el Servicio de Salud Metropolitana del Ambiente muestran que la cantidad de residuos sólidos domiciliarios dispuestos en rellenos sanitarios en la Región Metropolitana alcanzó un promedio de 137.500 toneladas mensuales durante 1993 y 1994⁸. En 1995, superó las 145.000 toneladas mensuales⁹. En 1996, se obtuvieron 1.819.080 toneladas anuales, en el 2000 se depositaron 2.512.800 toneladas anuales y en el 2002 se obtuvieron 2.766.250 toneladas en el año, es decir un aumento aproximado al 5% anual. Si esta tendencia se mantiene, al año 2010 la generación mensual alcanzará a las 350.000 toneladas¹⁰.

Respecto de los residuos reciclados en la región Metropolitana, en 1994 se reciclaron aproximadamente 12.000 toneladas, correspondientes a cerca del 7.4% de los residuos domiciliarios dispuestos¹¹. En el año 2003, Chile recicló un 10% de sus residuos sólidos (papeles y cartones, vidrio, latas de aluminio, plástico). Sin embargo, está en ejecución un programa nacional que tiene como meta aumentar el reciclaje a un 20% para el año 2005¹².

⁷ Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos, EMERES 2001.

⁸ Servicio de Salud Metropolitana del Ambiente, SESMA, 1995.

⁹ Servicio de Salud Metropolitana del Ambiente, SESMA, 2000.

¹⁰ La tasa utilizada es del 5% anual, CONAMA, INE, 2003.

¹¹ CEPAL, 1996.

¹² Desarrollo Sustentable, SOFOFA, 2003

• **Separación en Origen**

La separación es la segunda etapa del flujo, es el lugar donde se realiza la clasificación de los residuos generados (tales como: Materia orgánica, papel, cartón, metales, vidrios y plásticos) en el punto donde son originados, con el propósito de ser reciclados o tratados posteriormente.

• **Almacenamiento**

Esta etapa del manejo de los residuos consiste en depositar temporalmente, ya sea en basureros, bolsas, canastos metálicos, tarros, contenedores, etc. a la espera de su recolección en el lugar donde han sido generados de tal forma que no produzcan ningún tipo de problemas para el ser vivo y el medio ambiente.

• **Recolección y Transporte**

La recolección y transporte consiste en recoger y trasladar estas bolsas y recipientes en camiones compactadores y tolva¹³. Esta labor la realizan empresas de recolección o recolectores independientes. Cabe destacar que esta fase constituye entre el 70 al 80% del costo total del manejo de RSD.

El sistema de recolección y transporte de los RSD, hasta 1981, era administrado y ejecutado en su totalidad por las municipalidades. La participación privada comenzó en 1982 y rápidamente desplazó al sistema Municipal. En 1985, el 66% de los residuos generados en la Región Metropolitana fue recolectado y transportado por empresas privadas,

¹³ Son camiones de auto compactación y de contenedores abiertos cuya función es trasladar grandes cantidades de residuos, cuyo objetivo es disminuir la cantidad de viajes.

mientras que el 34% fue recolectado por los Municipios que no se habían acogido al sistema privado¹⁴.

En la actualidad, año 2004, existen 12 empresas privadas (Kiasa, Demarco, Starco, Enasa, etc), líderes en el mercado de la recolección y el transporte, que recolectan cerca del 90% del total de los residuos sólidos domiciliarios dispuestos en rellenos sanitarios de la Región. Estas empresas poseen alrededor de 400 camiones compactadores, utilizados para este servicio, con un volumen promedio que varia¹⁵ entre 8 y 19 m³.

El destino final de los residuos recolectados por estas empresas son los rellenos sanitarios. Sin embargo, existe un porcentaje de residuos sólidos domiciliarios detectados en los vertederos ilegales que son utilizados por recolectores independientes.

Ellos recolectan los residuos reciclables en su lugar de origen, para posteriormente clasificarlos y venderlos a intermediarios o directamente a las industrias.

• **Estaciones de Transferencia y Transporte**

Las estaciones de transferencia son instalaciones donde se recibe y transfiere residuos sólidos domiciliarios a grandes contenedores sellados, los que por medio de camiones, trailer o tren, son llevados hasta el relleno sanitario, reduciendo así los costos de transporte y el impacto visual provocado por el aumento en el tráfico de camiones. Estas estaciones pueden incluir áreas de recuperación de materiales, mediante la separación manual o mecánica.

¹⁴ Para mayor información de la Industria de los Residuos. Ver Anexo N°5

¹⁵ Información proporcionada por la gerencia de la planta de transferencia KDM, 2003.

El objetivo de estas instalaciones es acortar los tramos, en ciudades donde la generación de residuos provienen de numerosos lugares, hacia los centros de procesos de residuos.

La Región Metropolitana cuenta con dos de estas instalaciones, la estación de transferencia KDM, ubicada en Alcalde Guzmán N°180, Quilicura y la Estación de Transferencia Puerta Sur, cuya dirección es General Velásquez N° 8990, San Bernardo.

• **Separación, procesamiento y transformación**

Esta etapa del flujo de los residuos sólidos comprende la separación de residuos de gran tamaño utilizando cribas o mediante trituración, de metales ferrosos utilizando imanes y la reducción por volumen utilizando un sistema de compactación o incineración.

• **Disposición Final**

La disposición final es la última etapa del flujo de los RSD, en esta etapa los residuos son depositados en grandes dimensiones de terreno. Estos terrenos son llamados, rellenos sanitarios, vertederos, botaderos, etc.

Los rellenos sanitarios, a diferencia de los vertederos, son obras de ingeniería donde se depositan los residuos domiciliarios, compactándolos para que ocupen el menor volumen posible. Estos rellenos deben contar con impermeabilización basal constituida por una capa de geomembranas y geotextiles y sistemas de drenaje y tratamiento de líquidos percolados y de biogás. Además, es el único sistema recomendado por la Organización Mundial de la Salud¹⁶.

¹⁶ CONAMA, 1994. Perfil Ambiental de Chile.

El tratamiento que deben seguir los líquidos percolados en un relleno sanitario, sigue con su extracción, desde la base del depósito, para luego llevarlos a una piscina de acumulación. El sistema de conducción de estos afluentes contaminantes funciona a través de tuberías cerradas. En su fase final los líquidos deben pasar por un sistema de tratamiento que consiste en una depuración biológica y luego físico-química. Una vez finalizado el tratamiento, se les da el uso de regadío de terrenos, agua potable, etc¹⁷.

En la actualidad, la Región Metropolitana dispone sus residuos en tres rellenos: Lomas Los colorados, Santa Marta y Santiago Poniente como se observa en la figura N°3.2.

Figura N° 3.2
Destino de los RSD en la Región Metropolitana

Loma los Colorados 28 municipios	Santa Marta 13 Municipios	Santiago Poniente 10 Municipios
Cerro Navia	La Florida	Cerrillos
Colina	La Pintana	Estación Central
Conchalí	Macul	Pedro Aguirre Cerda
Curacaví	San Ramón	Peñalolén
Huechuraba	Puente Alto	Puente Alto
Independencia	Buín	El Bosque
Isla de Maipo	Calera de Tango	La Florida
La Cisterna	Padre Hurtado	La Granja
La Reina	Paine	Lo Espejo
Lampa	Peñaflor	Santiago
Las Condes	Pirque	
Lo Barnechea	Talagante	
Lo Prado	Santiago	
Maipú		
Nuñoa		
Providencia		
Pudahuel		
Quilicura+		
Quinta Normal		
Recoleta		
Renca		
San Bernardo		
San Joaquín		
San Miguel		
Santiago		
Til-Til		
Vitacura		

Fuente: Elaboración Propia, Datos de EMERES, 2003

¹⁷ Ver anexo N°6 Flow Sheet de la planta de tratamiento de riles del relleno sanitario Loma los Colorados – KDM, 2002

Los impactos socio económicos asociados a los cambios en los patrones de producción y de consumo en nuestro país, conjuntamente con el crecimiento de la población y de la actividad económica, han provocado un notorio aumento en la generación de residuos de todo tipo y a su vez, han provocado enormes cambios en la composición de la basura.

3.2 Composición

El término composición se utiliza para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso.

Un estudio, realizado en el año 2000, sobre la base de encuestas a los directores de Departamento de Aseo y Ornato de las diversas Municipalidades de la Región Metropolitana, muestra que la composición de la basura doméstica varía según el nivel de ingresos de las familias. Por lo tanto, varía según el municipio. Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de los sectores más pobres de la población. En la tabla N° 3.1 se explica la diferencia que existe en la composición de los residuos según el nivel socioeconómico.

Tabla N° 3.1

Composición de los RSD según nivel socioeconómico en la RM

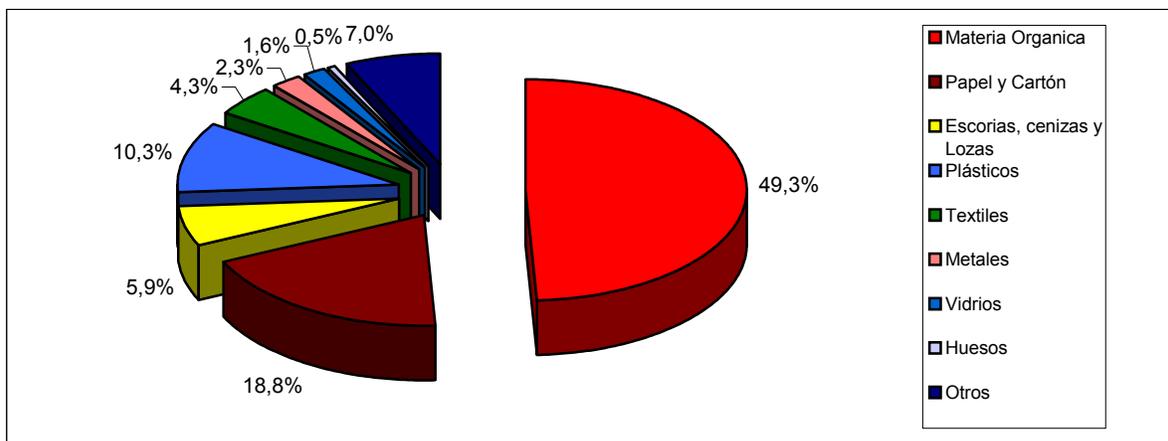
COMPONENTES	Promedio (%)	Alto (ABC1)	Medio Alto (C2)	Medio Bajo (C3)	Bajo (D,E)
Materia Orgánica	49.3	48.8	41.8	54.7	56.4
Papel y Cartón	18.8	20.4	22.0	17.0	12.9
Escorias, cenizas y lozas	6.0	4.9	5.8	6.1	7.6
Plásticos	10.2	12.1	11.5	8.6	8.1
Textiles	4.3	2.3	5.5	3.5	6.0
Metales	2.3	2.4	2.5	2.1	1.8
Vidrios	1.6	2.5	1.7	1.3	1.0
Huesos	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4
Otros	6.9	6.1	8.7	6.1	5.8
Producción Per Capita (Kg./hab./día)	0.77	1.07	0.85	0.65	0.57

Fuente: Estudio y proyección de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana.

Sección Ingeniería Sanitaria y Ambiental, U de Chile, 1998

Grafico N° 3.1

Composición Media de los RSD en la RM



Fuente: Elaboración Propia

Según las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el año 2000, la composición de los residuos sólidos domiciliarios era la que se presenta en la tabla n° 3.2

Tabla N° 3.2

Proyección de composición de residuos sólidos en la Región Metropolitana

COMPONENTES (%)	1992	1996	2000
Materia Orgánica	49.3	44.91	42.29
Papel y Cartón	18.8	20.27	21.85
Escorias, cenizas y lozas	5.9	5.47	5.07
Plásticos	10.3	12.50	14.09
Textiles	4.3	4.66	5.04
Metales	2.3	2.38	2.46
Vidrios	1.6	1.84	2.12
Huesos	0.5	0.52	0.54
Otros	7.0	7.43	6.53

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 2000

Por otro lado, se estableció que las estaciones del año también influyen en la composición de los residuos como se presenta en la tabla N° 3.3.

Tabla N° 3.3
Variación estacional en la composición de RSD en la
Región Metropolitana

COMPONENTES	Verano (%)	Invierno (%)
Materia Orgánica	51,5	47,5
Papel y Cartón	15,5	22,1
Escorias, cenizas y lozas	6,5	5,4
Plásticos	10,7	9,8
Textiles	4,7	3,9
Metales	2,2	2,3
Vidrios	1,7	1,6
Huesos	0,5	0,5
Otros	7,0	6,9

Fuente: EMERES, 2001

CAPITULO IV
MARCO JURIDICO

4.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo indicar la regulación jurídica más relevante existente en Chile aplicable al tratamiento y disposición de los residuos sólidos.

La gestión pública de los residuos sólidos es compleja. Por una parte, constituye un aspecto central en las condiciones sanitarias de la población y, a la vez, genera efectos sobre el medio ambiente en prácticamente todos sus componentes (bióticos, abióticos y sus interacciones). Por ello, el estatuto jurídico de los residuos sólidos en nuestro país se encuentra disperso en varios cuerpos normativos, con atribuciones y competencias en distintos organismos públicos, lo que hace necesaria una adecuada coordinación entre el ámbito público y privado.

En primer lugar, el concepto de residuos sólidos domiciliarios ha sido definido por la normativa chilena como “todo aquel residuos sólido o líquido o combinaciones de estos, que su productor estime que no vaya a ser reutilizado, recuperado o reciclado en el mismo establecimiento.

La normativa chilena aplicable a estos materiales, atendiendo a su jerarquía, se puede clasificar en:

- 1) Normas Constitucionales
- 2) Normas Legales
- 3) Normas Reglamentarias

4.2 Normas Constitucionales

- **Derecho a la vida:** Consagrado en el artículo 19, N°1 de la Constitución Chilena del año 1980.
- **Derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación:** Acreditado en el artículo 19, N°8 de la Constitución Política de la Republica.
- **Derecho a la protección de la salud:** Descrito en el artículo 19, N°9 de la Constitución.
- **Derecho a desarrollar cualquier actividad económica:** Expuesto en el artículo 19, N°21 de la Constitución Chilena
- **Derecho a la propiedad:** Artículo 19, N°24, inciso segundo de la Constitución Política.
- **Deber del estado de respetar y promover los derechos esenciales del hombre:** se encuentra en el artículo 5, inciso segundo de la Constitución.
- **Principios de supremacía de la norma constitucional y principios de legalidad:** Se describe en el artículo 6 y 7.

4.3 Normas Legales

- a) **Ley Orgánica Constitucional de Municipales:** Ley N°18.695, artículo
- b) **Ley sobre las Bases del Medio Ambiente:** Titulo II.
- c) **Decreto Ley N° 2.763, de 1979, modificado por la ley N° 18.122**

- d) **Código Sanitario:** Este código es el principal conjunto de normas que rige las materias de carácter sanitario y establece ciertas disposiciones que tienen que ver con la gestión y manejo de los residuos sólidos de cualquier índole.

4.4 Normas para etapas del manejo de los residuos (Reglamentarias)

El manejo de los residuos sólidos, como ya se ha señalado, comprende diferentes etapas, tales como: Almacenamiento, recolección, transporte y destino final. Es necesario determinar cuál es la normativa existente actualmente para cada una de estas etapas, para después señalar.

En primer lugar, es conveniente referirse a las autorizaciones e informes previos que se requieren para la instalación, construcción y funcionamiento de una industria que, supuestamente, generará residuos sólidos.

En estos casos las autorizaciones que impone la legislación chilena son las que a continuación se describen:

- Autorización de la municipalidad respectiva.
- Autorización para el cambio de uso del suelo (Otorgado por el Servicio Agrícola y Ganadero).
- Autorización e informe previo del Servicio de Salud.
- Declaración ante la autoridad sanitaria correspondiente.
- Resolución favorable de evaluación de Impacto Ambiental.

Luego de haber mencionado los requisitos y autorizaciones previas, las normativas aplicables a las diferentes etapas del manejo de residuos sólidos, son las siguientes:

1. **Generación:** Existe una norma que se refiere a esta etapa y que explica el tema de manejo, control y seguimiento de los residuos sólidos domiciliarios, es la resolución N° 5.081 de 1993, del Servicio de Salud del Medio Ambiente (SESMA) y que solo es aplicable a la Región Metropolitana. Esta resolución establece un sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos, esto para obtener información sobre la calidad y cantidad de los residuos que se generan y, a la vez, para determinar su destino final.
2. **Almacenamiento:** El Código Sanitario en su artículo 78, indica que un reglamento fijará las condiciones de saneamiento y de seguridad relativas a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios. (este reglamento aún no ha sido dictado). En el artículo 80 de este mismo código, establece que corresponde a la autoridad sanitaria dar la autorización y debe vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación de basura y desperdicio de cualquier clase.
3. **Recolección y Transporte:** Se establece en el Código Sanitario en su artículo 81, que cualquier clase de basura o desperdicio y que dispone que “los vehículos y sistemas de transporte de materiales que, a juicio del Servicio Nacional de Salud, puedan significar un peligro o molestia a la población y el transporte de basura o desperdicio de cualquier naturaleza, deberán reunir los requisitos que señale dicho servicio el que, ejercerá vigilancia sanitaria sobre ellos”.

También, en la Resolución N° 3.276, de 1977, del Ministerio de Salud, que aprueba las normas que regulan el transporte de desechos orgánicos provenientes de lugares de fabricación y/o elaboración de alimentos susceptibles a ser empleados en la crianza y engorda de animales.

Por otro lado, el Decreto Supremo N° 75 de 1987, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, establece que los vehículos que transporten desperdicios, arena, ripio, tierra y otros materiales, ya sea sólidos o líquidos, que pueden escurrirse y caer al suelo, deberán estar contruidos de tal manera que ello no ocurra por causa alguna.

4. Tratamiento: Los lugares destinados al tratamiento de residuos sólidos domiciliarios deben considerar una serie de normas jurídicas que establecen requisitos para su funcionamiento.

- El Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 1989, del Ministerio de Salud, en el artículo N° 1 dispone que requiere de autorización sanitaria para la instalación y el funcionamiento de obras destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos.
- Los artículos N° 71, 72 y 79 del Código Sanitario, establecen que cualquier proyecto que proceda a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, será necesario la aprobación previa del proyecto por la autoridad sanitaria.
- La Resolución N° 5.081 del SESMA, que fue indicada anteriormente.
- La Ley 19.300 y su reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que se indica en las Normas legales anteriormente descritas.

- El Decreto Supremo N° 745, de 1992, del Ministerio de Salud, que exige la autorización sanitaria para el tratamiento de residuos dentro de un predio Industrial o lugar de trabajo.
- La Resolución N° 1.215, de 1978, del Ministerio de Salud, prohíbe la quema de residuos sólidos o cualquier otro material combustible a cielo abierto en áreas rurales, radio urbano, vía publica y recintos privados.

5. **Disposición Final:** La normativa que se refiere a la disposición final de residuos sólidos comprende normativas prohibitivas y regulatorias.

Las normas regulatorias se refieren fundamentalmente a la disposición final en rellenos sanitarios. Las regulaciones de los rellenos sanitarios se centran en los requisitos de instalación, localización, funcionamiento y vigilancia. Entre ellas se encuentra el Decreto Supremo N° 745, de 1992, del Ministerio de Salud, la resolución N° 5.081, los artículos 71 y 80 del Código Sanitario, el artículo N° 25 del Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 1989, Las resoluciones N° 2.444, N° 4.560, de 1967, N° 7539, de 1976 del Ministerio de Salud, el Decreto Supremo N° 4.740, de 1947, y la resolución N° 4.560, de 1967, del Ministerio de Salud. Sin embargo, se debe cumplir con los requisitos exigidos en el Pan Regulador¹⁸.

¹⁸ Información completa sobre este capítulo en el anexo N°7

CAPITULO V
INGENIERIA DE PROYECTO

Este capítulo tiene como objetivo principal explicar los aspectos más importantes de este proyecto, es decir, la ubicación de la planta, la tecnología que será empleada para este tipo de proyectos y los procesos que sufrirán los residuos sólidos domiciliarios para la generación de Energía Eléctrica.

5.1 Análisis de la Ubicación

La ubicación en donde se instalará la planta, ha sido escogida, mediante una negociación con la empresa Santa Marta S.A. y la Municipalidad de Talagante.

El lugar donde se construirá esta planta será en el relleno sanitario de Santa Marta¹⁹ ubicado en la comuna de Talagante, a 12 Kilómetros de la Ruta 5 Sur, siendo sus accesos por la Comuna de San Bernardo.

5.2 Estudio del Caso Base de la Planta

La tecnología que la planta utiliza es en base a pirólisis. Este sistema es la más moderna alternativa a la incineración. Se trata de un proceso endotérmico cuya fuente de calor es externa, la cual se desarrolla en total ausencia de oxígeno y que convierte los residuos en gas combustible.

El flujo gaseoso producido durante la reacción de pirólisis es hidrógeno, metano, óxido de carbono y otros gases de las mismas resultantes de las fracciones orgánicas del residuo.

Al aumentar la temperatura del proceso se obtiene un aumento del porcentaje de gas producido y la disminución del carbón. La temperatura también incide en la cantidad de gas producido por Kg. de residuos.

¹⁹ Ver Anexo N°8: Mapa ubicación de la planta

La reducción del carbón con el aumento de la temperatura se debe a una mayor conversión de carbono en gas combustible (CO)

La cantidad de agua presente en el proceso disminuye al aumentar la temperatura a causa de su reacción con el metano (CH₄) y, en parte, con el óxido de carbono (CO)

Se puede afirmar que los fenómenos físico-químicos que se desarrollan en el proceso, no necesariamente están en estrecha secuencia temporal, son:

25, 150 °C Secamiento de los residuos.

150, 250 °C Liberación del agua de hidratación química y rotura de las uniones químicas débiles del tipo: $\text{COOH} = \frac{1}{2} \text{H}_2 + \text{CO}_2$

Sup.250°C Descomposición térmica por despolimerización, deshidratación, desalcoholización, deshidrogenación, cracking térmico, desgasificación del residuo carbónico

Tabla N° 5.1

Reacciones producidas en el reactor de pirolisis

FASE / INTERVALO DE TEMPERATURA	PROCESO / REACCIÓN
Fase (1) < 100°C Fase (2) 100. 250 °C	Fase (1). Vaponización agua Fase (2) - Liberación del agua de hidratación química
Slow pyrolysis < 800° C	$C_nH_m, xC + y/2H_2 + zCH_4$ $CH_4, C + 2H_2$ $MeCO_3, MeO + CO_2$ $MeO + H_2, Yo. H_2O$ $R-COOH, R-H + CO_2$ $C_nH_mS, C_nH_{m-2} + H_2S$ $C_nH_mN, C_nH_{m-3} + NH_3$ $C_nH_mO, C_nH_{m-2} + H_2O$ $C_nH_mCl, C_nH_{m-1} + HCl$

Fuente: Atlante Srl

5.3 Capacidad de la Planta

La planta, procesa los residuos a una temperatura que oscila entre los 1400°C y 1500°C. Posee una capacidad de procesamiento de residuos domiciliarios de 4 toneladas por hora, lo que equivale a 34.560 toneladas anuales, funcionando en forma continúa (24 horas) durante 360 días al año.

5.4 Descripción del Proceso

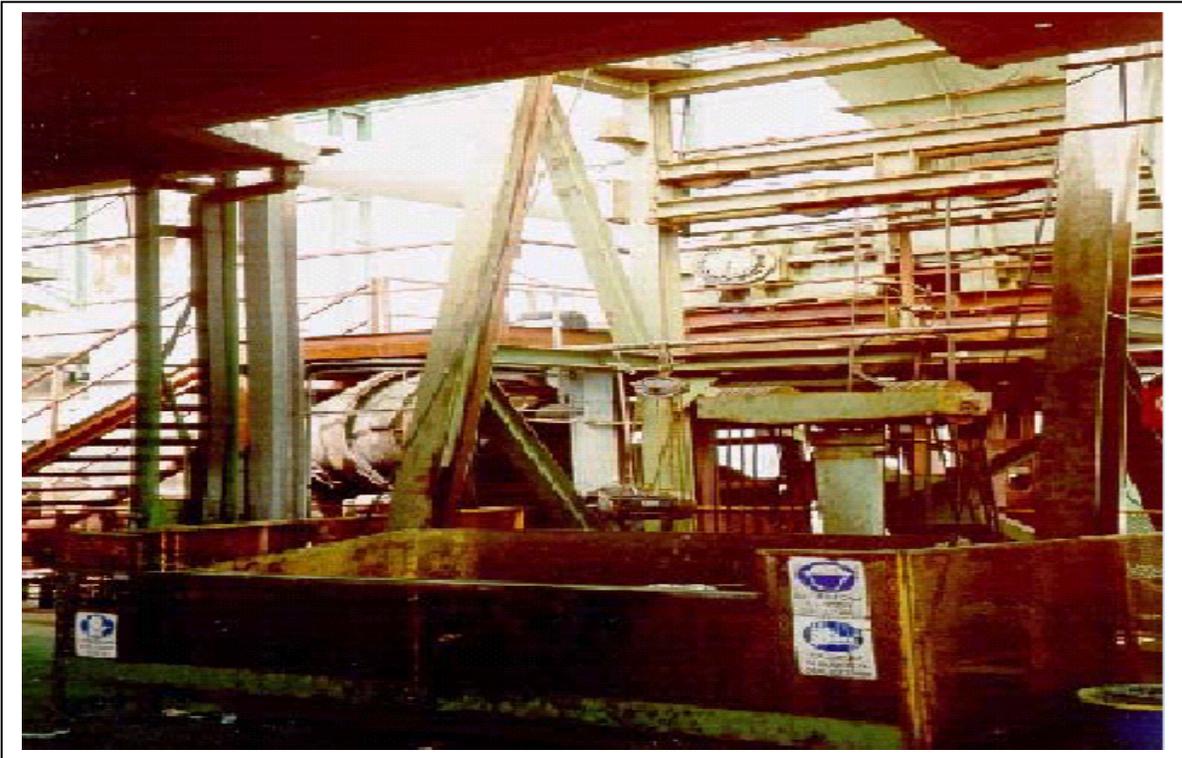
La planta base se encuentra constituida por las siguientes partes:

- Línea de alimentación y trituración
- Línea de tratamiento térmico (reactor de pirolisis)
- Extracción de residuos inertes
- Línea de eliminación de polvos del gas de pirolisis
- Línea de tratamiento, depuración y descarga de los humos a la chimenea
- Línea de Producción de Energía Eléctrica

5.4.1 Línea de alimentación y trituración

La alimentación de los residuos a la planta se realiza a través de un skip de grúa móvil (tolva) que es un contenedor (donde se depositan los residuos previamente clasificados) con una capacidad de 3 m³, que los lleva directamente hacia el triturador. Sin embargo, no es el único sistema de alimentación, ya que existe la posibilidad de incorporar correas transportadoras que desemboquen directamente en el triturador. La instalación está equipada con una bomba de membrana para la eliminación de los líquidos que son enviados directamente al reactor con una capacidad de 100 litros/hora como se observa en la figura 5.1.

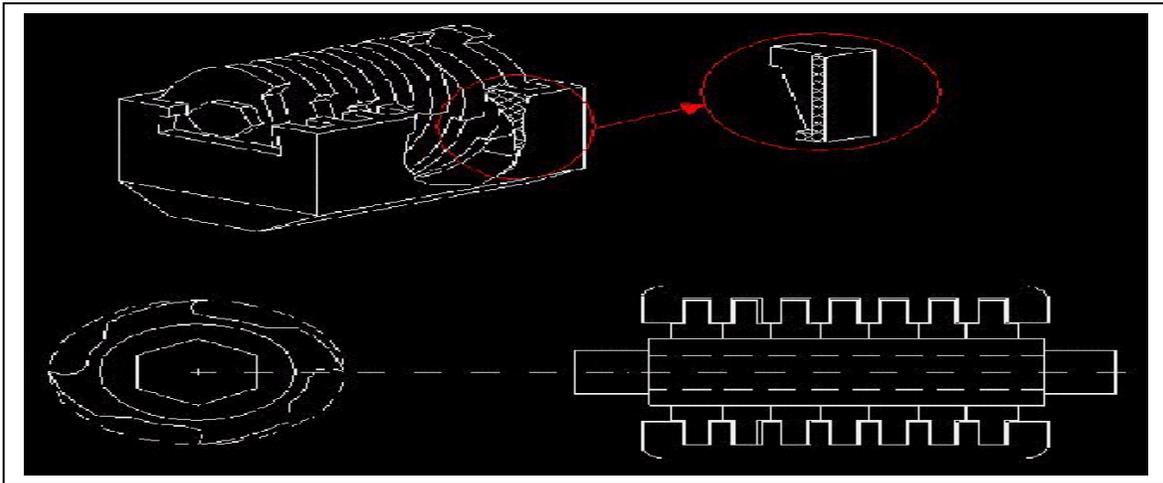
Figura 5.1
Tolva de Alimentación



Fuente: Atlante Srl

La trituración consiste en un sistema que tiene como función reducir el tamaño de los residuos, con el objetivo de disminuir la estada de los desechos en el reactor de pirolisis. Este triturador está compuesto por un cilindro que se ubica en la parte central de este, y posee una capacidad de procesamiento de 4 toneladas por hora como muestra la figura N° 5.2.

Figura 5.2
Triturador Circular



Fuente: Atlante Srl

Estas dos líneas poseen un sistema de control de atmósfera que mantiene el recinto a baja presión para evitar la formación de malos olores y a su vez de la propagación de éstos hacia la atmósfera.

5.4.2 Línea de tratamiento térmico

Esta línea está constituida por un tambor de pre-secado que tiene como función disminuir la humedad de los residuos, inyectando los gases reciclados de la propia planta a una temperatura de 350 °C, proveniente de la unidad de secado.

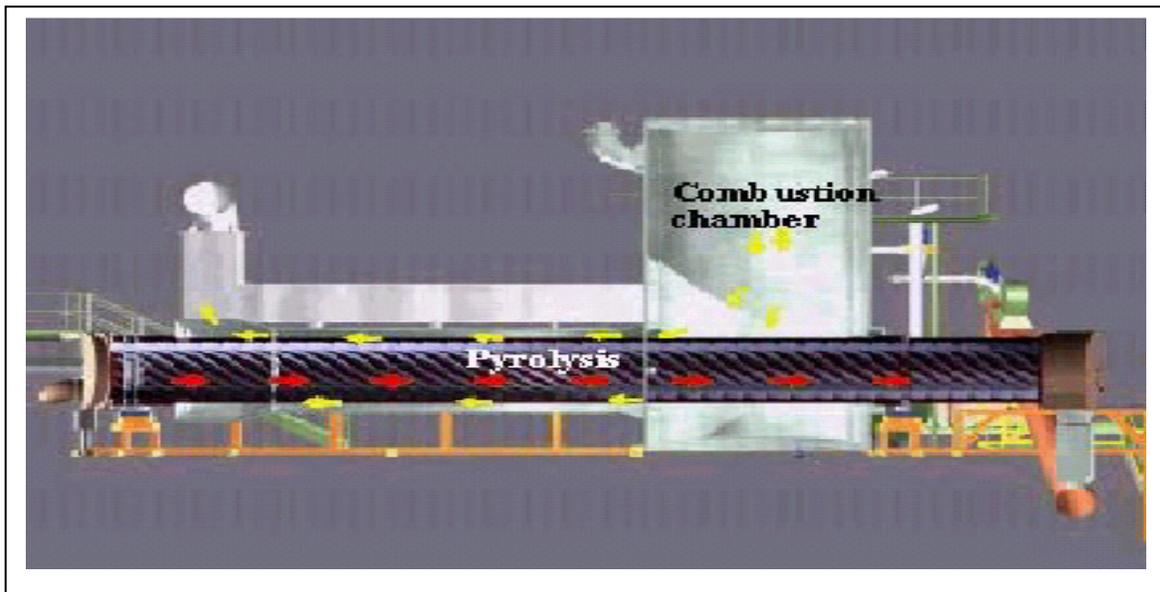
Después de la etapa de pre-secado, los residuos ya quemados medianamente, pasan a un reactor de pirólisis que cumple con la finalidad de transformar los residuos sólidos en gas combustible. Este reactor se compone de 2 partes como se ve en la figura N° 5.3.

Una cámara cilíndrica rotatoria horizontal fabricada en acero inoxidable, encamisado por un horno revestido en material cerámico refractario y en su interior se encuentra un espiral cuya función es la de transportar la masa (residuos) por gasificar como se muestra en la figura 6.3 y cuyas dimensiones son:

- Diámetro externo de 1600 mm
- Largo total de 19.500 mm
- Espesor de 12 mm
- Velocidad de rotación de 1,3 rpm

La segunda parte, también es una cámara cilíndrica pero colocada en forma vertical y unida en T a la primera, que también es revestida por material refractario, pero en cuyo interior está instalada la llama piloto donde se quemará el gas de pirólisis lavado y los residuos provenientes de la etapa de pre-secado.

Figura 5.3
Línea de Tratamiento Térmico



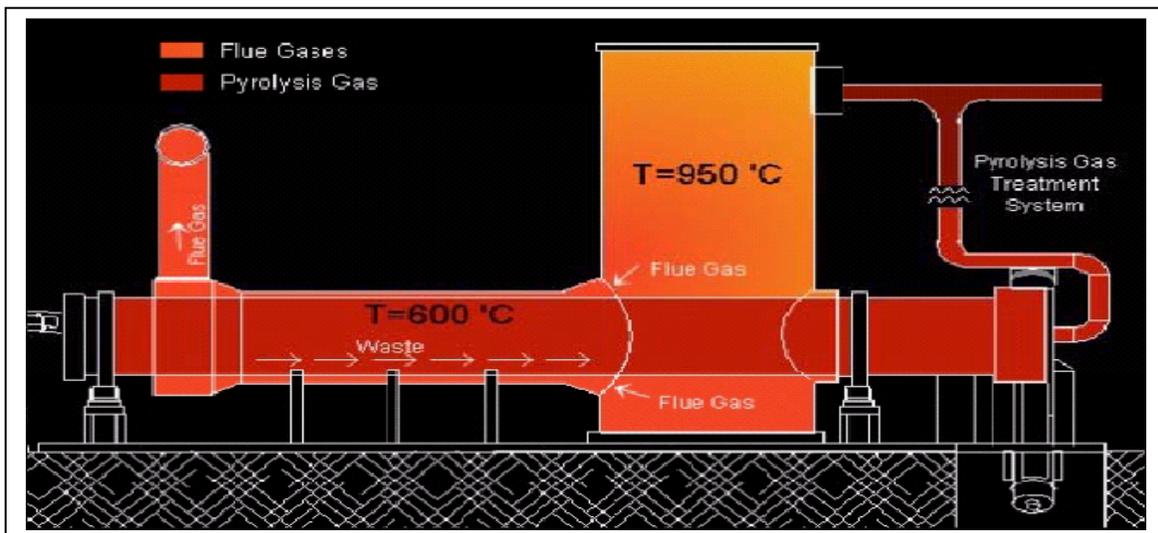
Fuente: Atlante Srl

Los humos y gases producidos en la cámara de combustión atraviesan la camisa externa que recubre el tambor recibiendo parte de su energía térmica, antes de ser enviados al sistema de tratamiento.

Los residuos combustibles al interior del reactor avanzan en contracorriente respecto de los humos de combustión, cuyo propósito es absorber de las paredes el calor necesario para desarrollar la reacción de pirólisis. El tiempo de permanencia de los residuos en el interior del reactor es regulado por el número de vueltas de dicho reactor.

Por otro lado, la reacción pirolítica se desarrolla en condiciones de ligera depresión y por lo tanto en los extremos de la cámara cilíndrica rotatoria están equipados con adecuados sistemas de tensión, que impide la entrada de aire del exterior así como el eventual derrame de gases de pirólisis, como se muestra en la figura N° 5.4.

Figura 5.4
Línea de Tratamiento Térmico



Fuente: Atlante Srl

- **Generador de Gas Inerte**

El generador de gas inerte está constituido por un horno refractario, alimentado con gas natural, dentro del cual se desarrolla la reacción de combustión.

El gas inerte producido durante la combustión del gas natural es utilizado como tapón y/o diluyente de eventuales entradas de aire del reactor y se introduce a través de una de las dos culatas fijadas en el reactor.

- **Extracción de Residuos Inertes**

Los inertes, son residuos constituidos por los elementos inorgánicos que no participan en la reacción pirolítica y estos se extraen por un tubo que en su interior está constituido por un espiral que transporta los residuos inertes hacia el exterior y que son depositados en contenedores idóneos para luego ser transportados al relleno sanitario. Por otro lado, conjuntamente con los inertes, este proceso también produce desperdicios de carbón que son enviados nuevamente a la cámara de combustión del reactor, mediante un sistema de tuberías de auto aspiración como se observa en la figura 5.5.

Figura 5.5
Extracción de Residuos Inertes



Fuente: Atlante Srl

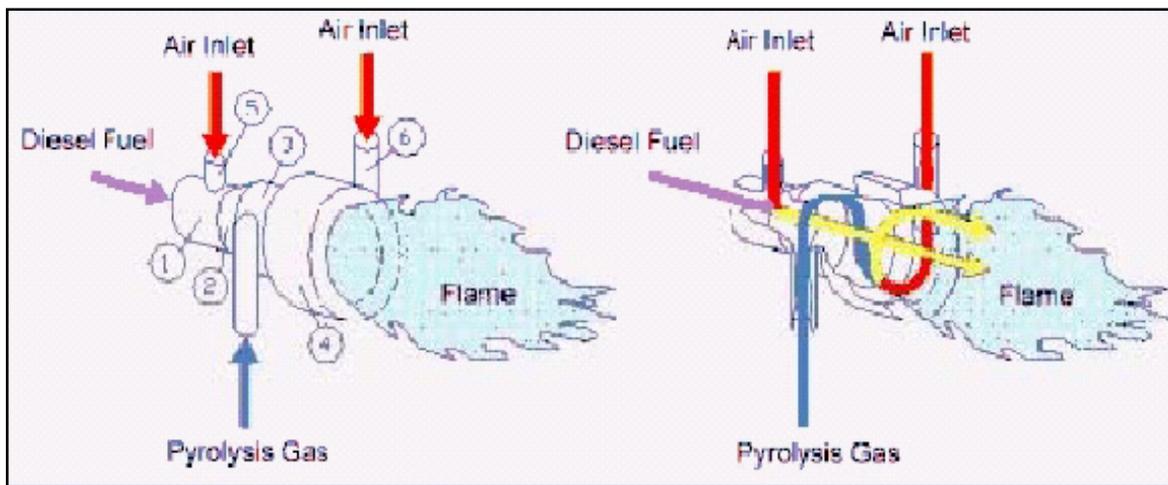
5.4.3 Línea de eliminación de polvos del gas de Pirólisis

El gas de pirólisis extraído del reactor es tratado con un sistema de eliminación de polvos. Las partículas sólidas contenidas en el gas, son enviadas en dirección tangencial, asumiendo un movimiento centrífugo hacia un ciclón de abatimiento, donde se extraen desde el fondo del ciclón por un sistema de válvulas que evitan el reflujo gaseoso en el interior.

Luego una tubería de acero inoxidable envía los gases provenientes del ciclón hacia una unidad de enfriamiento, en donde se produce una disminución instantánea de la temperatura del gas a 350°C , a través de un sistema de inyección de agua (H_2O). Estos gases enfriados, llegan a una torre de lavado, cuyo propósito es disminuir la acidez, utilizando lechada de cal en contracorriente, realizando un control de pH.

Finalmente, el gas pirolítico lavado es enviado a presión constante, al quemador del reactor (Cilindro Horizontal) para ser reutilizado en el proceso térmico y el resto del gas de pirólisis es enviado a la línea de producción de energía eléctrica como se observa en la figura 5.6.

Figura 5.6
Reutilización del Gas Pirolítico



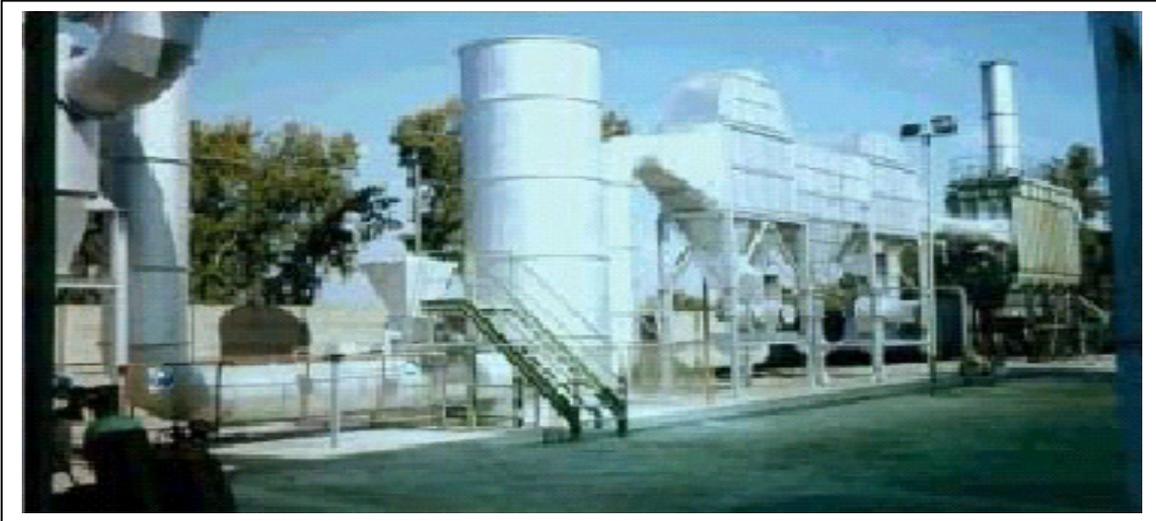
Fuente: Atlante Srl

5.4.4 Línea de tratamiento, depuración y descarga de humos

La línea de tratamiento está compuesta por las siguientes parte principales:

- Ciclón de abatimiento de partículas de polvo
- Neutralizador de acidez
- Intercambiadores de calor
- Filtro de mangas
- Aspirador de cola
- Chimenea
- Central de monitoreo de las emisiones

Figura 5.7
Línea de Tratamiento, Depuración y descarga de Humos



Fuente: Atlante Srl

- ***Ciclón de abatimiento de partículas de polvo***

El gas de pirólisis utilizado para el mantenimiento de la temperatura del proceso, se extrae del reactor enviándolo a un ciclón de abatimiento donde se trata con un sistema de eliminación de polvos. Las partículas sólidas contenidas en el gas se envían dentro del equipo, en dirección tangencial, asumiendo un movimiento centrífugo hacia el fondo del ciclón.

- ***Lavado y neutralización del gas pirolítico***

El gas proveniente del ciclón es enviado por un tubo de acero inoxidable hacia una unidad de enfriamiento, en donde la temperatura se lleva instantáneamente a 350°C, a través de inyectores de agua (H₂O). Luego, este gas llega sucesivamente a una torre de lavado que neutraliza la acidez, utilizando lechada de cal en contracorriente.

- ***Intercambiador de calor, filtración y quemado del gas***

Una vez lavado el gas pirolítico, es enviado a los intercambiadores de calor, donde mediante un sistema de enfriamiento de aire forzado disminuye la temperatura de dicho gas a aproximadamente a 150°C, luego el gas es conducido por un filtro de mangas a un aspirador de cola la cual se encarga de enviar los gases restantes hacia la antorcha donde son quemados y enviados a la atmósfera.

5.4.5 Línea de producción de energía eléctrica

Una vez que el gas pirolítico es lavado por primera vez, el 29,9% del gas se envía nuevamente hacia el reactor para ser reutilizado en el proceso, el gas restante (70,1%) se envía directamente hacia los estanques de almacenamiento donde se envasa para luego enviarlo por tuberías de acero inoxidable hacia el filtro cerámico para purificarlo antes de enviarlo hacia la caldera turbina alternador, donde se producirá la energía eléctrica.

La turbina posee una capacidad de producción de 6000 Kw/h, sin embargo con el gas restante del proceso, se alcanzará un promedio de 5500 Kw/h de energía con una potencia de 5500 Kwatts.

5.5 Las Emisiones

La Planta de pirólisis efectúa dos fases de lavado sucesivas, en lugar de la única fase de lavado que se realiza en las plantas convencionales de incineración. En efecto, el gas Pirolítico producido en el reactor, antes de cualquier empleo térmico, se lava y se eliminan los polvos que este traiga para abatir la acidez de los eventuales metales pesados y las partículas sólidas. El gas Pirolítico después de lavado es por lo tanto un combustible gaseoso como el GLP o como el gas metano distribuido para usos domésticos.

Las únicas emisiones en la atmósfera de la planta de pirólisis son aquellas relativas al pequeño porcentaje de gas pirolítico lavado, que se quema para calentar el horno de pirólisis. Estos gases combustibles se lavan, por segunda vez, en una batería de lavado en serie, equipados con un sistema de eliminación de polvos. Por lo tanto, además de la garantía de que el gas Pirolítico carece de eventuales contaminantes, sus humos posteriormente se depuran.

En la tabla N° 5.2 se especifica la comparación entre las emisiones a la atmósfera, volúmenes totales de gas combustible, un incinerador tradicional y un horno de pirólisis, alimentados con la misma cantidad de residuos, con un poder calorífico de 3.500 Kcal./Kg.

Tabla N° 5.2
Comparación entre las emisiones en la atmósfera

	<i>Incinerador</i>	<i>Horno de Pirólisis</i>
Capacidad de Residuos [kg/h]	2.000	2.000
Humos a la Chimenea [Kg/h], 11% O2 en el Gas	23.000	5.800

Fuente: Atlante Srl

Se observa claramente en la Tabla N° 5.2 que la producción de las emisiones se reduce a un cuarto con respecto a un incinerador tradicional.

Para todo esto, la planta cuenta con un sistema central de monitoreo continuo de las emisiones. Por lo tanto, se monitorea continuamente los siguientes parámetros:

- Monóxido de carbono
- Polvos totales
- Sustancias orgánicas expresadas como carbono orgánico total
- Compuestos inorgánicos del cloro, expresados como ácido clorhídrico
- Óxidos de azufre, expresados como bióxido de azufre
- Óxidos de nitrógeno, expresados como bióxido de nitrógeno
- Oxígeno
- Capacidad volumétrica
- Presión
- Temperatura

Sin embargo, no es el único sistema de control que posee la planta, ya que se ha construido de manera de que todos los procesos sean automatizados. Es por esto que la planta también posee un sistema centralizado de control de proceso que tiene la funcionalidad de mantener los siguientes parámetros:

- Temperatura de combustión
- Temperatura del reactor
- Temperatura externa del reactor
- Temperatura de los humos en la entrada de los filtros
- Temperatura de los humos enviada a la chimenea
- Porcentaje de oxígeno en el reactor

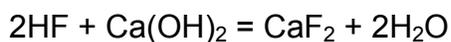
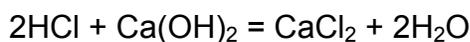
5.6 Investigación y adaptación de la Planta al Caso Chileno

Lo anterior expuesto, se refiere al caso base de operación de la planta en Italia, según las condiciones y precios que en ese país se utilizan.

Después de investigar el funcionamiento y reacciones originales, a través de bibliografías y conversaciones con ingenieros metalúrgicos, se llegó a la conclusión que se pueden hacer cambios de diseño de la planta, lo que no provocará ningún tipo de alteraciones físicas, solo se realizarán cambios químicos en los procesos.

- **Cámara de Neutralización**

Una alternativa para el tratamiento de los gases (ácido fluorídrico, ácido clorhídrico y dióxido de azufre), es tratarlos con lechada de cal, según las siguientes reacciones:



Sin embargo, la cal posee algunos problemas debido a que es menos reactiva que la ceniza de soda, lo que significa que hay que usar una mayor cantidad para producir las reacciones.

Otra consecuencia es que la ceniza de soda, cuesta € 67,4 la tonelada, mientras que la lechada de cal tiene un valor de € 119,43 por tonelada²⁰, lo que es conveniente utilizar la ceniza de soda en este proceso.

²⁰ Precio obtenido del promedio de la cotización de tres empresas de química industrial

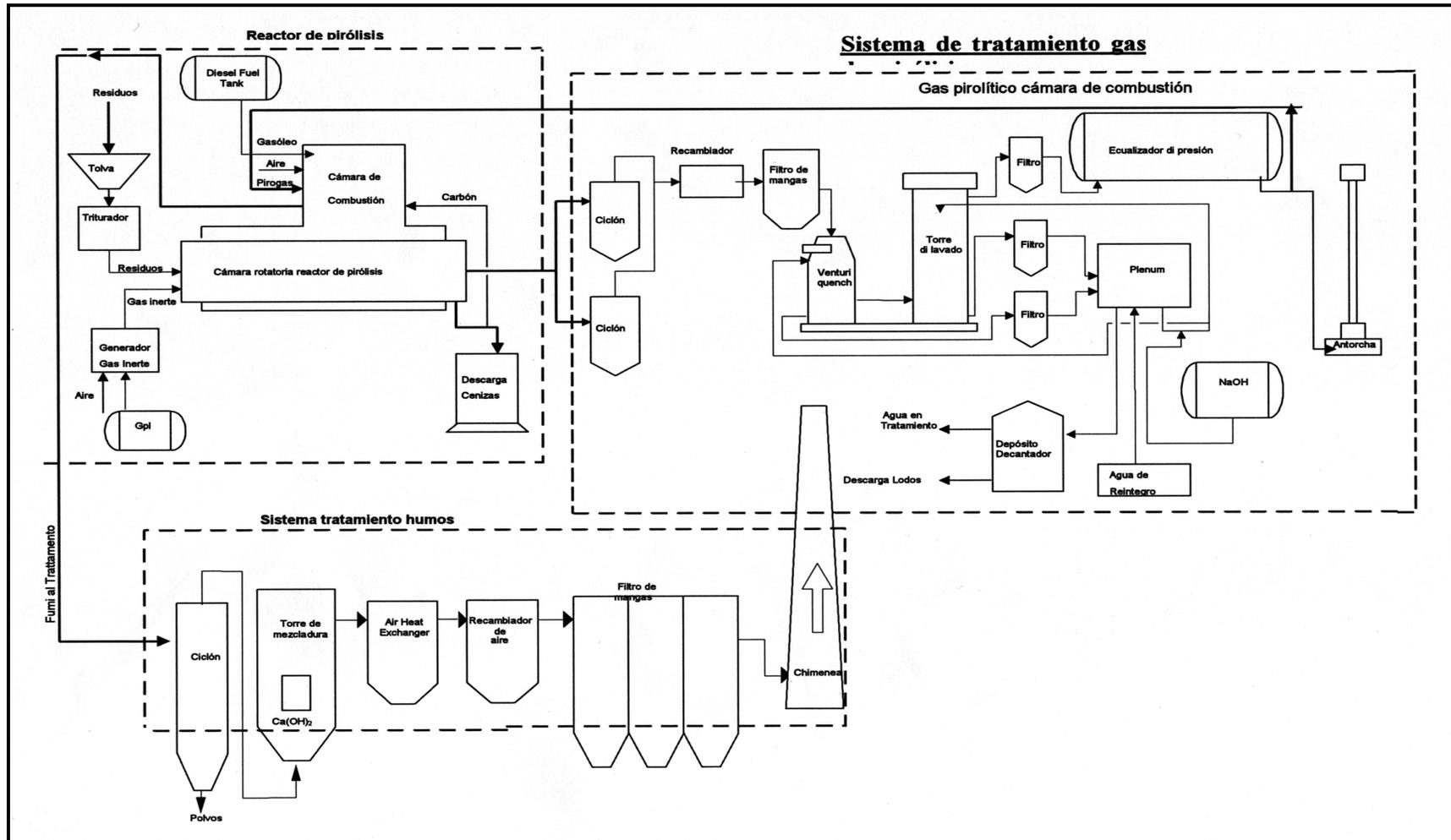
- **Línea de tratamiento de Polvos**

En la situación original, para el tratamiento de polvo, se tiene un filtro de mangas. Este, tiene el problema que al ingresar los gases tratados con un alto nivel de humedad y a una temperatura muy alta, este filtro se tapa y se produce corrosión. Es por esto, que la mejor opción recomendada, fue utilizar un precipitador electroestático, que atrae las partículas de polvo en base a cargas eléctricas.

En esta situación, en vez de bajar la temperatura a 150°C, los gases pueden pasar a 350°C, lo que permite un mejor aprovechamiento de la recirculación de gases, al ir los gases y el aire 200°C mas calientes a los tambores de secado y de quemado, produciéndose una optimización de la energía.

Figura 5.8

Flow Sheet Planta de Tratamiento Térmico de Residuos Sólidos Domiciliarios



CAPITULO VI
ANALISIS ESTRATEGICO
DE LA
INDUSTRIA ELECTRICA CHILENA

6.1 Reseña Histórica

Los cambios que ha experimentado el sector eléctrico en los últimos veinte años en Chile trascienden largamente por su dinámica tecnológica. La reestructuración de las empresas públicas del sector, la nueva legislación eléctrica que involucró la transformación de la industria, la posterior privatización y la reciente incursión de las empresas en el ámbito internacional, son elementos que han modificado sustancialmente el contexto en el cual se desarrolla la industria.

Hacia 1994 el sector energético chileno había completado dos décadas de reformas y transformaciones, que habían tendido a alterar sus mercados y transferir la actividad productiva al sector privado²¹.

En una primera etapa, que se extendió entre 1974 y 1977, las políticas pretendieron restablecer condiciones económicas y financieras que permitieran la operación de las empresas energéticas estatales. En tal sentido, se adoptaron acciones para acercar el precio de los productos transables —carbón, petróleo y derivados— a niveles internacionales y a ajustar el precio de la electricidad a niveles de autofinanciamiento.

En una segunda etapa, que tuvo como hito inicial la creación de la Comisión Nacional de Energía (CNE) en 1978, y culminó en 1990, se impulsaron reformas estructurales que modificaron los marcos normativos e institucionales de los principales mercados energéticos, incluyendo la electricidad, el petróleo y el carbón.

²¹ Bernstein, 1995

En el campo eléctrico se promulgó una ley (1982) que distinguió las actividades de Generación / transmisión y las de distribución; introdujo un régimen competitivo en generación; creó un sistema marginalista de regulación de precios; impuso el derecho de servidumbre en las líneas de transmisión; y definió un mecanismo de coordinación obligatoria para el despacho de carga. Posteriormente, se procedió a regionalizar y dividir las dos principales empresas estatales, la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA) y CHILECTRA, para luego proceder, a fines de los años ochenta, a su privatización.

Es por lo anterior, que en el sector Eléctrico es posible identificar cuatro actividades con características diferenciadas. Ellas son:

- Generación de Energía Eléctrica
- Transmisión de Energía Eléctrica
- Distribución de Energía Eléctrica
- Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC)

Desde el punto de vista de su regulación, estas actividades admiten tratamientos distintos, sin embargo su fin es el mismo, lograr la máxima eficiencia económica y social en la provisión de electricidad.

6.1.1 Generación

El proceso de generar energía eléctrica se realiza en Chile, mediante dos tipos de fuentes: la Hidroeléctrica, y la Termoeléctrica. En las centrales termoeléctricas se destacan las alimentadas por carbón y gas natural, esta última fuente térmica se incorporó al sistema central a mediados del año 1999. Este proceso corresponde a centrales que funcionan con un sistema de doble generación, por un lado tienen unidades que utilizan como elemento motor los gases calientes producto de la combustión del gas natural y, por otro lado, la misma combustión permite generar el vapor que mueve las turbinas a vapor.

Las centrales hidroeléctricas, por lo general enfrentan un bajo costo de producción, pero dada la geografía de Chile, se deben ubicar en la zona sur del país asumiendo mayores costos de transmisión. Por el contrario, las centrales térmicas no tienen ese problema, pero el costo de producción de ellas es mayor. De acuerdo al destino de la energía eléctrica, las generadoras se pueden clasificar en:

- Generadoras de servicio público y privados
- Auto productoras.

Generadoras de Servicio Público y Privados:

Corresponden a todas las empresas productoras que tienen por objetivo principal suministrar la energía eléctrica para ser consumida por terceros. El suministro de la energía eléctrica puede ser en forma directa, a través de contratos con el cliente final, o indirecta, a través de contratos con empresas distribuidoras.

Generadoras Auto productoras:

Corresponden a las empresas industriales o mineras que producen energía para su propio consumo, en algunos casos pueden entregar excedentes de su generación a empresas de Servicio Público o Distribuidoras.

6.1.2 Transmisión

Es el proceso mediante el cuál la energía eléctrica generada es transportada por cables en alta tensión, vehículo por el que se transporta la energía a largas distancias, para ser entregada a clientes finales o a empresas distribuidoras.

Constituye la red longitudinal, que se extiende a lo largo del país para transportar la energía de un lugar a otro, y que además forma parte de los distintos sistemas eléctricos.

La operación, mantenimiento y comercialización de la transmisión generalmente es realizado por la propia empresa transmisora, aunque en algunos casos estas funciones también las ejecutan empresas generadoras.

6.1.3 Distribución

El proceso de distribución corresponde a la energía eléctrica que se vende en baja o media tensión a los diferentes tipos de clientes finales, entre los que se encuentran principalmente las empresas industriales, mineras y de consumo domiciliario. En general, la distribución se efectúa por empresas de distribución dentro de la zona geográfica de concesión que tienen las distribuidoras.

6.1.4 Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC)

El CDEC es un organismo creado por la organización vigente, conformado mayoritariamente por las empresas generadoras²², como un ente llamado a coordinar la operación del sistema.

²² A contar del 10 de Septiembre de 1998, el Decreto Supremo N°327, del Ministerio de Minería posibilita la incorporación de empresas de transmisión a los CDECs.

Con la formación del CDEC en el año 1985, el sistema eléctrico Chileno optó por organizarse en torno a un sistema Pool Obligatorio, que tiene esencialmente 3 objetivos:

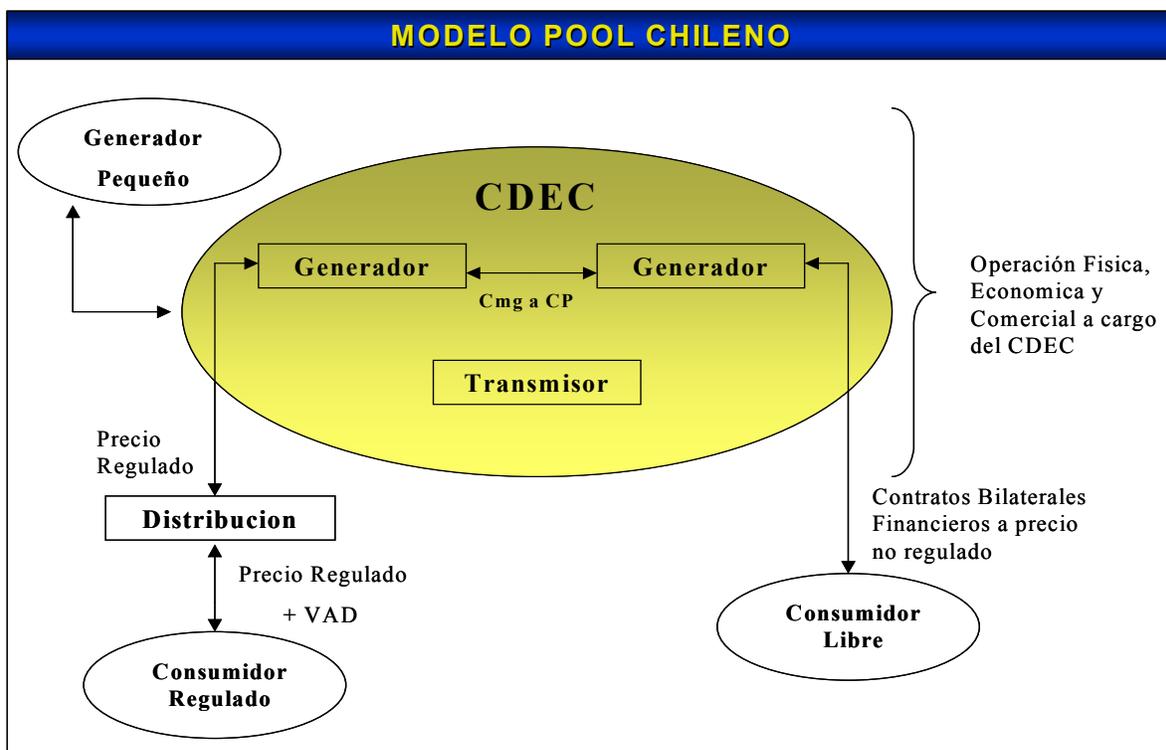
- a) Preservar la seguridad del servicio del sistema eléctrico
- b) Garantizar la operación más económica para el conjunto de las instalaciones del sistema eléctrico
- c) Garantizar el derecho de servidumbre sobre los sistemas de transmisión establecidos mediante concesión.

Dentro de las funciones que realiza el CDEC para lograr estos objetivos se destacan las siguientes:

- a) Planificar la operación de corto plazo del sistema eléctrico, considerando su situación actual y la esperada para el medio y largo plazo.
- b) Calcular los costos marginales instantáneos de energía eléctrica.
- c) Coordinar el mantenimiento preventivo mayor de las unidades generadoras
- d) Verificar el cumplimiento de los programas de operación y mantenimiento preventivo mayor
- e) Determinar y valorizar las transferencias de electricidad entre generadores
- f) Elaborar los procedimientos necesarios para cumplir, en cada nivel de generación y transporte, las exigencias de la calidad del servicio indicadas en el Decreto Supremo N° 327
- g) Establecer, coordinar y verificar la reserva de potencia del sistema, para regular instantáneamente la frecuencia
- h) Coordinar la desconexión de carga en barras de consumo, así como otras medidas que fueron necesarias por parte de los integrantes del sistema eléctrico sujetos a coordinación, para preservar la seguridad del servicio global del sistema eléctrico

- i) Garantizar el derecho de servidumbre sobre los sistemas de transmisión establecidos mediante concesión
- j) Reunir y tener a disposición, la información relativa a los valores nuevos de reemplazo, costos de mantenimiento y mantenimiento, y otros aplicables al cálculo de los peajes básicos y adicionales, en los distintos tramos del sistema
- k) Informar a la Comisión y a la Superintendencia las fallas y demás situaciones que afecten o puedan afectar la operación normal de centrales generadoras y líneas de transmisión del sistema

Figura N° 6.1
Modelo Pool de la Industria Eléctrica Chilena



Fuente: Elaboración Propia, CNE

6.1.4 Sistemas Eléctricos en Chile

De acuerdo a las condiciones geográficas de Chile, el sector eléctrico se ha desarrollado a través de cuatro sistemas independientes:

- Sistema Interconectado del Norte Grande(SING)
- Sistema Interconectado Central(SIC)
- Sistema Eléctrico de Aysén
- Sistema Eléctrico de Magallanes

Cada uno de estos sistemas está constituido por la interconexión de las eléctricas de transmisión y las centrales generadoras.

La suma de las capacidades instaladas de estos cuatro sistemas asciende en el año 2003 a 10.738,2 Gwh, constituye la potencia total instalada en el país.

Sistema Interconectado del Norte Grande

Este sistema²³ fue inaugurado en 1987 y abarca desde Arica por el norte hasta Antofagasta por el sur, cubriendo una superficie de 185.142 Km², lo que representa un 24,5% del territorio de Chile continental. Entrega el servicio al 5,65% de la población nacional, la que se concentra en pocos lugares y muy distanciados entre sí.

²³ Ver anexo N°9: Mapa Geográfico del Sistema Interconectado del Norte Grande

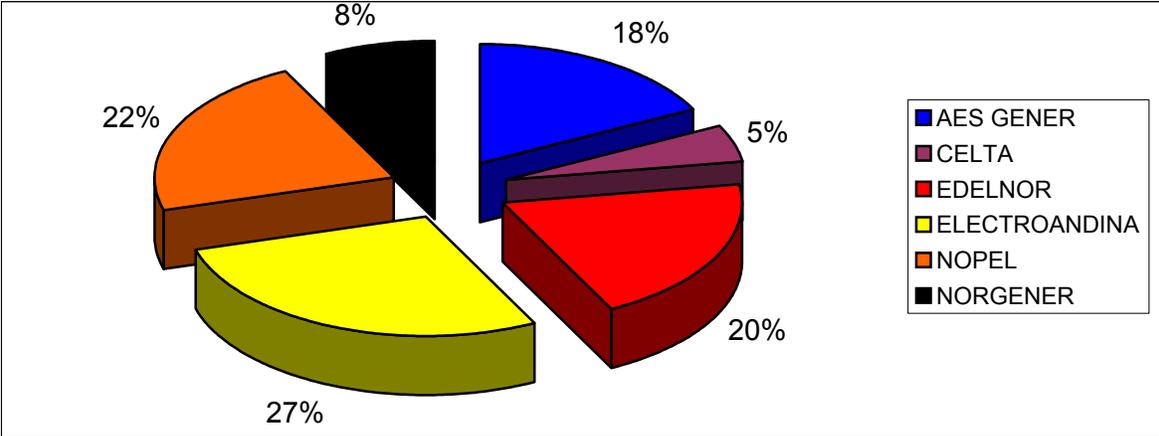
Por otra parte, dentro de este sistema opera el Centro de Despacho Económico de carga (CDEC-SING), entró en operación el año 1993, y está compuesto por las empresas: Edelnor, Endesa y Codelco Tocopilla, que actualmente es una empresa privada denominada Eletroandina. El año 1995 se incorpora a este sistema la empresa Norgener.

De acuerdo a la legislación vigente, podrán integrar el Sistema Interconectado del Norte Grande, las empresas eléctricas cuyas capacidades instaladas de generación sean superiores al 2% de la potencia total instalada en el Sistema a la fecha de constituirse el respectivo SING.

A la fecha de constitución del SING, este sistema tenía una potencia total instalada de 746,2 MW, por lo que la capacidad instalada mínima para ser integrante era de 14,92 MW.

El total de capacidad instalada del SING en la actualidad es de 3.641,5 MW correspondiendo un 99,63% a centrales termoeléctricas y un 0,37% a centrales Hidroeléctricas. A diciembre del año 2003 este sistema representa un 33,91 % de potencia instalada en el país.

Grafico N° 6.1
Concentración del Mercado en el SING



Fuente: Elaboración Propia

Sistema Interconectado Central

En conformidad a las disposiciones legales establecidas en los decretos N°1 y N°6 de 1982 y 1985 respectivamente, se formaliza la constitución del Sistema Interconectado Central²⁴ (SIC).

El área cubierta por el SIC abarca desde Tal - Tal por el norte hasta la isla grande de Chiloé por el sur. En esta área geográfica habita aproximadamente el 93% de la población del país y cubre una superficie de 326.412 Km², lo que corresponde al 43% del total del país, excluida la superficie del Territorio Antártico Chileno.

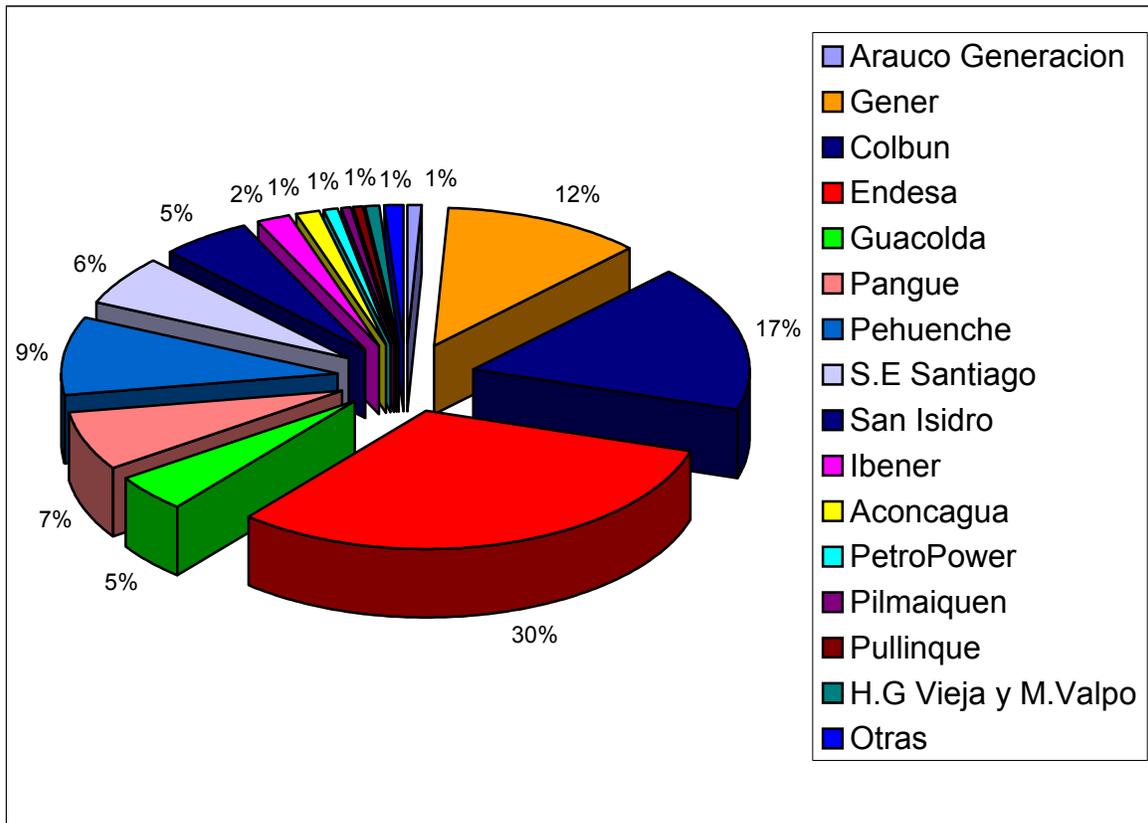
Al igual que el sistema anterior podrá integrarse al SIC empresas eléctricas cuyas capacidades instaladas de generación sean superiores al 2% de la potencia total instalada en el Sistema a la fecha de constitución.

A la fecha de constitución del SIC, el sistema tenía una potencia total instalada de 3.055 MW, por lo que la capacidad instalada mínima para ser integrante era de 61,1 MW.

El total de capacidad instalada del SIC en la actualidad es de 6.996,2 MW correspondiendo a un 44,6 % a centrales termoeléctricas y un 55,4% a centrales Hidroeléctricas a Diciembre del 2003, este sistema representa el 65,15% de la potencia instalada del país.

²⁴ Ver Anexo N°10: Mapa Geográfico del Sistema Interconectado Central

Grafico N° 6.2
Concentración del Mercado en el SIC



Fuente: Elaboración Propia

Sistema Eléctrico de Aysén

Se encuentra localizado en la undécima región y comprende una capacidad instalada de 33,1 MW a diciembre del 2003. El 27,7 % de dicha capacidad corresponde a energía hidroeléctrica y el 63,9 % a termoeléctrica y un 2,0% a energía de central renovable. Este sistema representa un 0,31 % del total de la potencia instalada del país.

Sistema Eléctrico de Magallanes

Este sistema se encuentra en la duodécima región y abastece a las ciudades de Punta Arenas, Puerto natales y Puerto Porvenir. Tiene una capacidad instalada de 67,4 MW, equivalente al 0,63 % de la capacidad total del país. El 100% de la energía generada corresponde al tipo termoeléctrico.

Figura N° 6.2

Composición del Sistema Eléctrico Chileno según la Potencia Instalada



Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2002

6.2 Estrategia de Negocio

6.2.1 Metodología de Trabajo

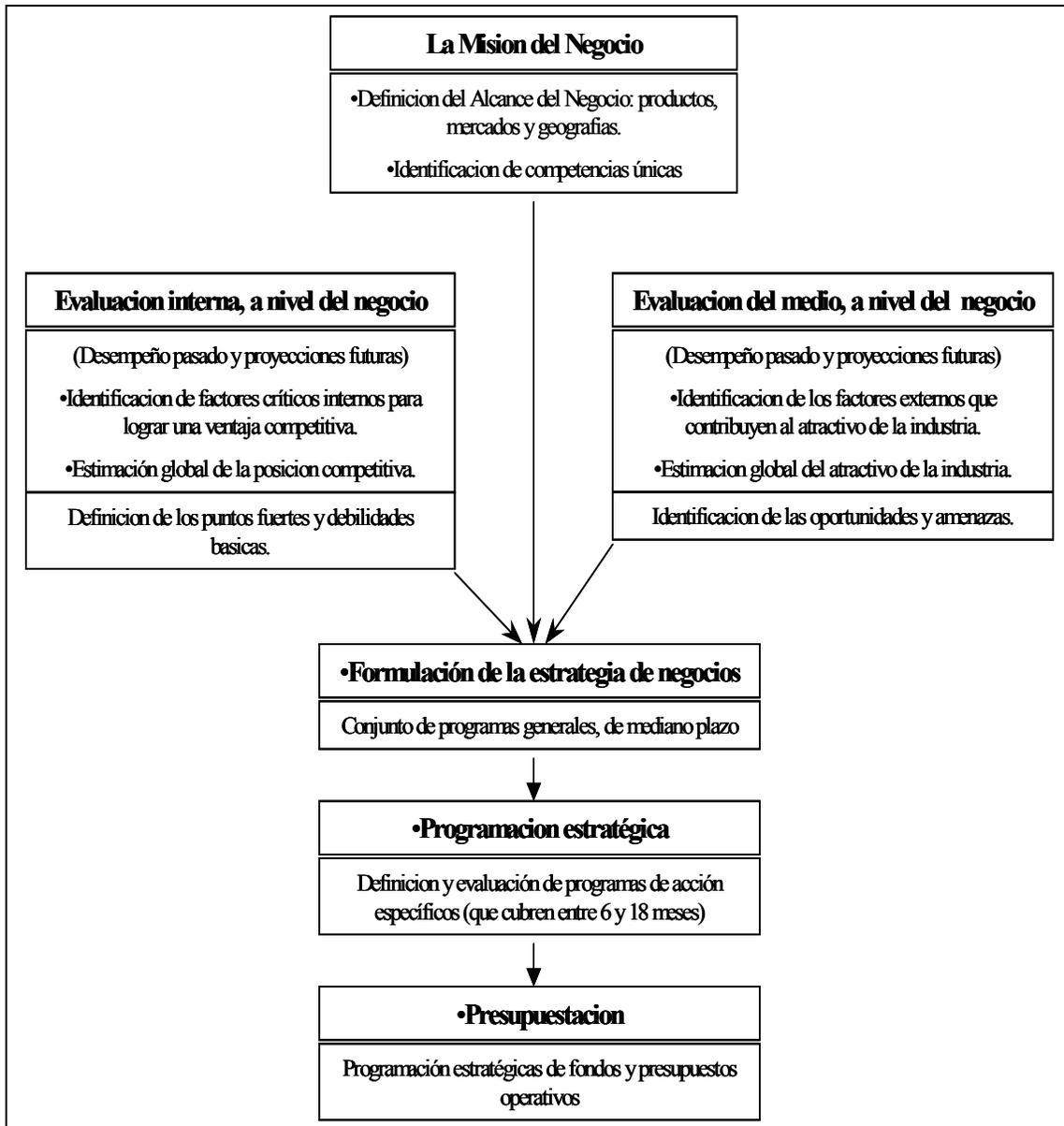
Esta metodología se centra principalmente en asegurar las ventajas competitivas de largo plazo, en cada uno de los negocios que participa la empresa y, además, permite introducir una disciplina de orden, planificación y administración.

El proceso de planificación estratégica a nivel del negocio, se presenta en la figura N° 7.3, que involucra una serie de tareas muy definidas, ellas son:

- Definición de la unidad estratégica de negocio.
- Declaración de la misión del negocio.
- Análisis externo en el ámbito de negocios, identificando los factores externos que contribuyen a la evaluación del atractivo de la industria, en la cual está inserto el negocio.
- Análisis interno de los negocios, a través de la Cadena de Valor, en la cual se evalúa la posición competitiva indicando los factores críticos de éxito, determinando las Fortalezas y Debilidades de la empresa.
- Formulación de la estrategia del negocio.
- Evaluación de las acciones que se consideran en la estrategia.
- Definir acciones específicas.

Figura N° 6.3

Planificación Estratégica de una Unidad Estratégica de Negocio (UEN)



Fuente: Estrategias para el liderazgo competitivo, Arnoldo Hax & Nicolás Majluf

6.2.2 Unidad Estratégica de Negocio

Una UEN, Unidad Estratégica de Negocios, es una unidad operativa o un foco de planificación, que agrupa productos o servicios diferenciados, vendidos a un conjunto uniforme de clientes, enfrentados al mismo tiempo a un grupo definido de competidores.

Stera Srl provee de tecnología para el tratamiento de residuos sólidos domiciliarios con el objetivo de reutilizar la energía proveniente del proceso, para la generación de energía eléctrica. Este producto, se comercializa a los mismos clientes (empresas distribuidoras) y posee la misma competencia (empresas generadores), es por esto, que se observa una única unidad estratégica de negocios. Cabe destacar que en un futuro es posible con esta tecnología producir otro tipo de producto como es el caso del Compost.

6.2.3 La Misión del Negocio

La misión de Stera S.A. es suministrar energía eléctrica y disminuir los índices de contaminación ambiental mediante el uso de energías renovables que provienen del procesamiento de los residuos sólidos.

Tabla N° 6.1
Misión del Negocio

	Actual	Futuro
Producto	Energía Eléctrica	E. Eléctrica en otras potencias y compost
Mercado	Clientes Libres	Distribuidores y Viñas
Geografía	Región Metropolitana	II, VI, , VII, VIII Región
Competencias Únicas	Patente Internacional de la tecnología por 20 años	Canal de Distribución Propio

Fuente: Elaboración Propia

6.3 Atractivo de la industria

Para determinar la posición competitiva deseada de un negocio, resulta necesario comenzar con la evaluación de la industria a que pertenece. Es por esto, que la industria que se centrará este análisis será de la generación de energía eléctrica. Para llevar a cabo esta tarea, debemos comprender los factores fundamentales que determinan sus perspectivas de rentabilidad a largo plazo. Para esto se utilizara el modelo de las 5 Fuerzas de Porter, ellas son:

- Intensidad de la Rivalidad entre los Competidores
- La Amenaza de Nuevos Entrantes
- La Disponibilidad de Sustitutos
- El Poder Negociador de los Compradores
- El Poder Negociador de los Proveedores

6.3.1 Intensidad de la rivalidad entre los Competidores

Esta fuerza se refiere a la competitividad que existe entre las empresas participadoras de esta industria. En el sistema interconectado central (SIC), existen 36 empresas generadoras de electricidad, siendo el líder de mercado ENDESA y sus filiales (del grupo Enersis) con un 54,18 de participación de mercado, le sigue GENER S.A. y sus filiales con un 21,76% y COLBUN S.A. con un 17,45%, y el resto del mercado son captados por Arauco Generación S.A. (0,79%); Ibener S.A. (1,84%); Aconcagua (1,45%); Petropower S.A. (0,72%); HG Vieja y M. Valpo (0,58%) y otros (1,23%), esto significa que las reglas del juego están expresadas en forma explícita, donde ningún competidor tendría un incentivo para emprender una acción que aunque sea beneficiosa para su propia posición en el corto plazo, probablemente produzca consecuencias para todos a largo plazo, por lo que la industria se encuentra repartida y ordenada, lo que muestra un alto grado de concentración y un bajo número de competidores bien equilibrados.

Es un producto genérico (electricidad), por lo que no existe diferenciación alguna, sin embargo, existen diferentes tecnologías de producción de energía eléctrica, siendo las mas conocidas las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas.

Se pronostica un crecimiento de la demanda de la industria que fluctúa entre un 7% a 8%²⁵, debido al aumento en el consumo de energía eléctrica por parte de los consumidores libres y regulados. Sin embargo, el crecimiento de la industria no presenta incrementos notorios.

En consecuencia, se puede decir que el nivel de intensidad de la rivalidad entre los competidores es muy alto, ya que cuenta con una baja diferenciación de producto, competidores concentrados y poco equilibrados, y un lento crecimiento de la industria, lo que hace que esta fuerza haga poco atractiva a la industria.

²⁵ Información proporcionada por la Comisión Nacional de Energía; www.cne.cl

6.3.2 Amenaza de Nuevos Entrantes

Esta fuerza está representada por la contestabilidad de la industria, esto quiere decir cuan rápido se puede entrar y salir de esta (Hit and Run). Esta industria posee una contestabilidad baja, debido a:

- ***Barreras de Entradas***

Posee grandes barreras de entradas, ya que existen grandes economías de escala que son fundamentales, los requerimientos de inversión son elevados (Central Hidroeléctrica Pangué (Embalse) US\$ 470 millones que genera 450 Mw. Sin embargo, no existe alguna diferenciación en el producto, debido a que es un producto genérico. Además, es muy amplio el acceso a la última tecnología y existe un alto efecto de know – how para determinar un producto equilibrado en potencia y energía.

Uno de los puntos más importantes es que existe una alta regulación por parte del Gobierno, lo que hace que existan barreras sobre la fijación de precios lo que produce una reducción de la rentabilidad de la industria.

Por lo tanto se puede decir que esta industria presenta fuertes barreras a la entrada favoreciendo a las empresas participantes protegiéndolas de nuevos competidores.

- ***Barreras de Salida***

En el caso de las barreras de salida, éstas son elevadas debido a una alta especialización de activos, la línea de producción es diseñada específicamente para generar energía eléctrica, lo que lleva además a un elevado costo de salida por una vez.

Como conclusión, al tener altas barreras de entrada hace que esta fuerza haga atractiva a la industria, pero con una posible inestabilidad al tener barreras de salida altas.

6.3.3 Poder Negociador de los Proveedores

Esta fuerza indica el poder de negociación que tienen los proveedores sobre los participantes de una industria, si amenazan con elevar los precios o disminuir la calidad de los bienes y servicios que ofrecen. De ese modo, los más poderosos reducen drásticamente la rentabilidad en una industria incapaz de recuperar los incrementos de costos con sus precios. En el caso de las centrales hidroeléctricas y termoeléctricas existe un gran número de proveedores de la tecnología (turbinas, maquinarias, etc.). Sin embargo, en lo que se refiere a las materias primas, en el caso de las hidroeléctricas el agua es su principal insumo y en las termoeléctricas el gas natural.

Para las centrales que utilizan el agua como su principal insumo, deben pagar los derechos de éste para su utilización y no deben alterar el ecosistema en que se encuentran. Otro aspecto importante es que el abastecimiento de agua depende únicamente de factores climáticos (lluvias, deshielos, etc.), por lo que no es posible asegurar un abastecimiento constante, solo se pueden realizar estimaciones.

En cuanto a las centrales térmicas, el gas natural es un insumo comerciable que puede ser distribuido mediante gasoductos o comprimido. Sin embargo, este insumo en su gran mayoría proviene de los yacimientos Argentinos por medio de dos gasoductos de la zona de Neuquén, que son distribuidos por Metrogas en la Región Metropolitana, GasValpo en la V y VI Región, Energas en la V Región, GasSur en la VIII Región y por Gasco Magallanes en la XII Región.

Existe una contribución de la industria de los proveedores, en la distribución, debido a que se debe entregar un suministro fluido de materia prima al momento que se comience con la producción, existiendo también la posibilidad de almacenamiento, pero no es recomendado, pues se incurriría en otros costos.

Esta industria, está constituida por un 55,4% de centrales hidroeléctricas y un 44.6% a centrales termoeléctricas. Por lo anterior, se puede concluir que el poder de negociación de los proveedores hace que la industria posea un atractivo Medio.

6.3.4 Poder Negociador de los Compradores

Para este análisis se debe definir dos tipos de compradores:

- Los Consumidores Libres (Grandes Clientes)
- Los Consumidores Regulados (Pequeños Clientes)

Los consumidores libres son aquellas entidades cuya propiedad es que utilizan o necesitan una Potencia Superior o igual a 500 Mwatts. Esta propiedad tiene la particularidad de que ellos pueden negociar independientemente sus condiciones de suministro o bien licitan el abastecimiento entre las generadoras.

Los clientes pequeños, por su parte, tienen precio regulado que se compone de dos partes: precio al cual las empresas de distribución compran energía a los generadores, y el valor agregado de distribución (VAD), que remunera el servicio de distribución.

Los cargos de distribución se calculan para cada área típica, de modo que una empresa eficiente tenga una rentabilidad de 10% sobre sus inversiones. Este cargo se obtiene como un promedio ponderado de los estudios externos contratados por la industria y la CNE, respectivamente, donde el peso del estudio contratado por la CNE es dos tercios. Luego, estos cargos de distribución se aplican a las empresas reales para calcular la rentabilidad media para la industria sobre el valor nuevo de reemplazo (VNR) de los activos. Si la rentabilidad media excede de 14% o es inferior a 6%, los cargos de distribución son ajustados para alcanzar la cota más cercana.

El precio al cual las distribuidoras compran energía y potencia no puede exceder a los precios máximos determinados por la CNE, denominados precio de nudo. Este último tiene dos componentes:

- El precio de la energía
- El precio de la potencia de punta determinado por la CNE.

Finalmente, los generadores pagan el costo marginal más un peaje básico por el uso de las líneas de transmisión. Dada la existencia de fuertes economías de escala en la construcción de líneas, la tarificación a costo marginal no permite recuperar todos los costos de transmisión, los que incluyen la anualidad del valor nuevo de reemplazo (VNR) y los costos anuales de operación y mantenimiento.

La diferencia entre el costo total de una línea y el ingreso recaudado a través de los costos marginales se denomina peaje básico. Este se negocia entre cada generador y la empresa de transmisión.

Para dar mayor claridad de lo favorable o desfavorable de esta fuerza, se cuantificará este análisis de la siguiente manera:

$$\text{Poder Generador} = \frac{\text{Precio (Energía)} - \text{Costo Marginal (Energía)}}{\text{Costo Marginal (Energía)}}$$

Este poder tiene como factores, el precio, que es el valor que tiene que pagar el cliente por un Kw/h y el costo marginal que es el costo de producir una unidad más de un Kw/h. Por consiguiente, el valor que se obtiene es:

$$\text{Poder Generador}^{(*)} = \frac{\$27,54 - \$14,21}{\$14,21} = 0.9381 \text{ (*)}$$

Esto refleja el poder que ejerce Stera Chile S.A. y el resto de los competidores sobre los compradores, cuyo valor indica que la empresa posee un poder de influencia sobre el precio. Además, la demanda de electricidad es muy inelástica, ya que para los compradores es fundamental este producto. Por otro lado, una empresa que funciona con electricidad y quisiera cambiar su infraestructura a otro tipo de combustible, tendría un costo de cambio muy alto, por lo que no sería rentable. En consecuencia el poder lo tienen las empresas generadoras de electricidad, lo que hace que sea atractiva la industria.

(*)Estos valores son valores tomados de un cliente regulado con un tipo de tarificación BT1, asociado a la Sub – Estación de Vitacura, con una potencia conectada de 6.0 Kw. y su consumo diario aproximado de 30 Kw/h.

6.3.5 Disponibilidad de Sustitutos

Esta fuerza identifica a las empresas que pueden o bien, reemplazar los productos de la industria o presentar una alternativa para satisfacer la demanda. En nuestro caso, no existen sustitutos cercanos para esta industria. Sin embargo, existe la posibilidad de co-generación que está tomando fuerza, cuyo objetivo es auto abastecerse de energía eléctrica. En conclusión, los sustitutos asociados a esta industria son débiles o poco cercanos.

Finalmente se puede determinar que las altas barreras de entradas, unido a la baja disponibilidad de los sustitutos y la poca influencia que poseen de los clientes son equiparados con la alta intensidad de la rivalidad entre los competidores de la industria, por encontrarse concentrados, poco equilibrados y por tener un producto genérico y por poseer una gran amenaza por parte de los proveedores de gas natural.

En conclusión la evaluación de las cinco fuerzas de Porter nos lleva a determinar que la industria es poco atractiva.

6.3.6 Oportunidades Claves

- O1.- Crecimiento de la demanda de consumo eléctrico (Clientes Libres y Regulados)
- O2.- Aprovechar el auge de las energías renovadas (Co-generación, Biomasa)
- O3.- Utilizar las nuevas regulaciones y leyes de la industria (Venta de energía para clientes libres)

6.3.7 Amenazas Claves

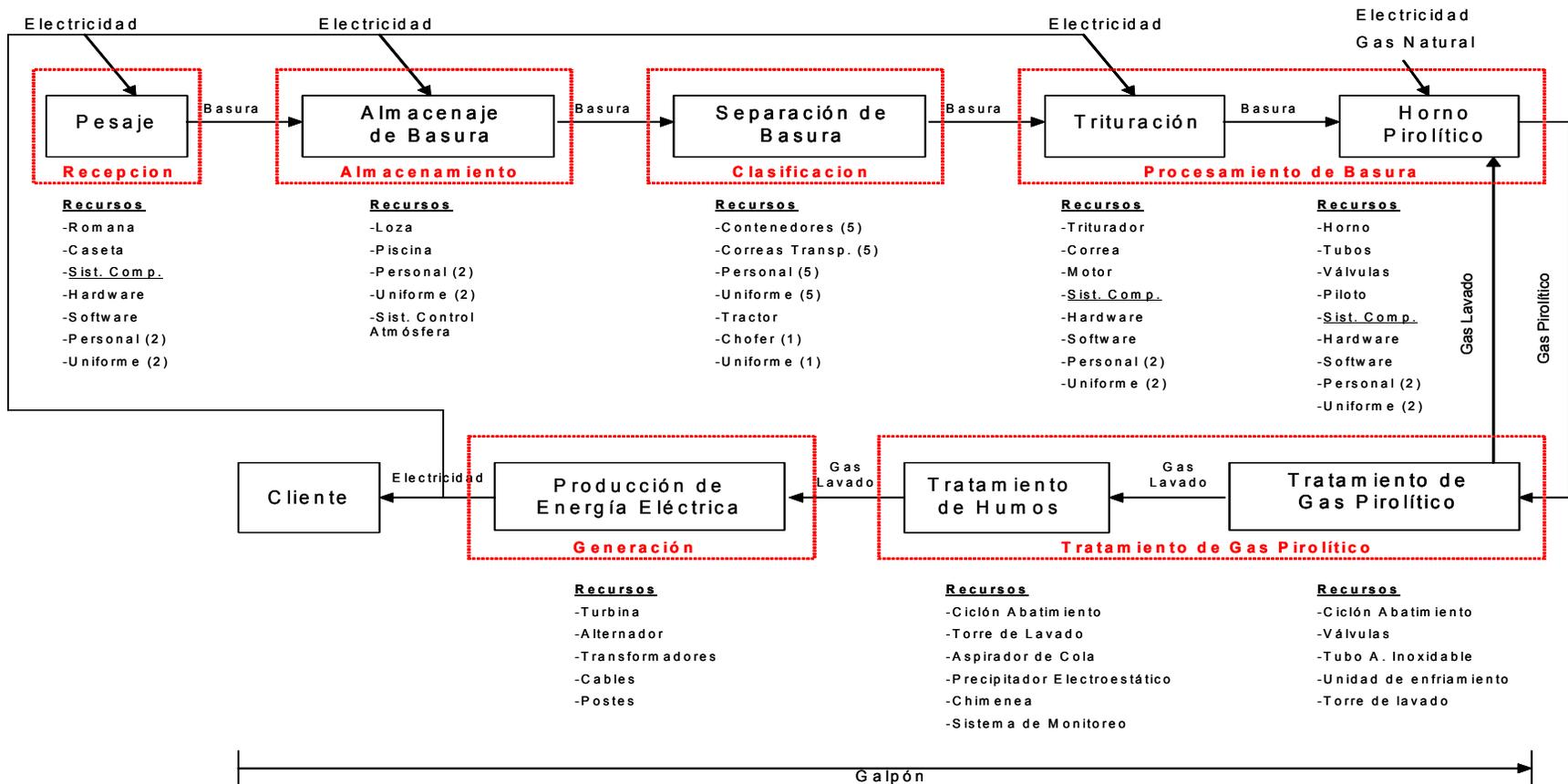
- A1.- Fuerte regulación por parte del gobierno en la fijación de precios (Ley Corta)
- A2.- Posible inestabilidad en el abastecimiento de gas natural por parte de los proveedores (Crisis)
- A3.- Inestabilidad Climática (Sequía)

6.4 Análisis Interno

El análisis interno corresponde a identificar un conjunto de factores que determinan la posición competitiva que adoptará el negocio a fin de obtener una ventaja competitiva sostenible a largo plazo. Para este análisis es necesario en primer lugar modelar el Flow Sheet para luego construir la Cadena del Valor de Stera Chile S.A. que proporciona una forma efectiva de diagnosticar la posición del negocio frente a sus principales competidores, para lograr el objetivo de sostener una ventaja competitiva. Su análisis permite identificar los factores críticos de éxito que son fundamentales para competir y comprender la forma de desarrollar las competencias únicas que proporcionan la base para un sólido liderazgo en los negocios, con esto se quiere identificar las fortalezas y debilidades.

Para comenzar se modeló el Flow Sheet, descrito en la figura N° 6.1.

Figura N° 6.4
Flow Sheet de la Planta



Fuente: Elaboración Propia

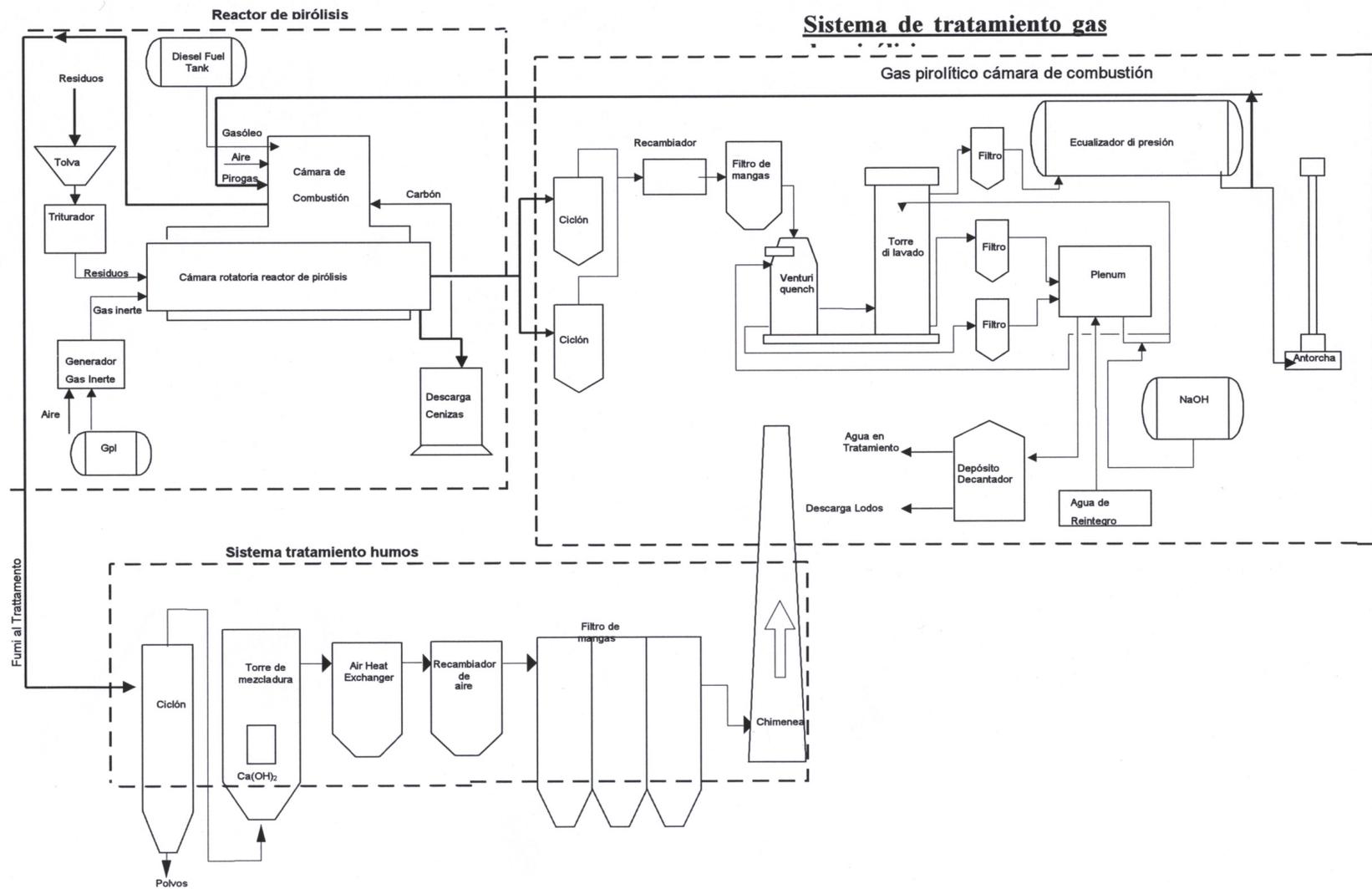


Figura N° 6.5
Cadena del Valor de SteraChile S.A.

<u>Infraestructura Gerencial</u> Ejecutivos con trayectoria mundial en el área Cementera, de tratamiento de Residuos y en el Sector Eléctrico Italiano. Preocupación Ecológica, aprovechamiento de las Energías Renovables					
<u>Gestión de RR.HH</u> Relaciones Laborales Amistosas y de Cooperación Excelente Capacitación, desarrollo y Comunicación					
<u>Tecnología</u> Laboratorio nacional e internacional de I&D para la utilización de las energías renovables Patente Mundial por 20 años de la tecnología de tratamiento de Residuos					
<u>Adquisiciones:</u> Alianza con Proveedores de Basura (Vertedero Santa Marta) Certificados de ISO 9001, 14001 y Ochas					
<u>Recepción</u> Personal Capacitado Tecnología de Punta	<u>Almacenamiento</u> Gran Capacidad de almacenamiento Sist. De Control de Atmósfera	<u>Clasificación</u> Planta de Separación Personal Capacitado	<u>Procesamiento de Basura</u> Tecnología de Punta Know How Internacional Sistema Automatizado Sist. de Seguridad y control Gran capacidad de Procesamiento	<u>Tratamiento de Gas Pirolítico</u> Personal Capacitado Tecnología de Punta (Italiana) Sistema de Lavado Disminución de la contaminación ambiental a una 5ta parte	<u>Generación</u> Economías de Escala Eficiencia en la generación Estabilidad en la entrega de energía Estabilidad en la potencia de la energía



Fuente: Elaboración Propia, Información proporcionada por Stera S.r.l.

Una vez modelada y construida la cadena del valor de SteraChile S.A., se identificaron los factores críticos de éxito, es decir las fortalezas y debilidades que la empresa posee frente a sus principales competidores, obteniendo lo siguiente:

6.4.1 Fortalezas

- F1.- know – how Internacional en el tratamiento de residuos y la generación de Energía Eléctrica
- F2.- Tecnología de punta en el tratamiento de residuos y generación de Energía Eléctrica
- F3.- know – how internacional en la utilización de energías renovables
- F4.- Patente mundial sobre la tecnología de tratamiento de residuos sólidos
- F5.- Laboratorios de Investigación y Desarrollo Internacionales para la utilización de energías renovables

6.4.2 Debilidades

- D1.- Dependencia de un solo proveedor de la tecnología
- D2.- Sin presencia en el mercado nacional de la generación
- D3.- No existe una identificación de la marca

6.4.3 Análisis de Costos

Como la industria de generación en Chile se rige en su gran mayoría por el costo marginal, debido a que todas las transacciones se desarrollan en torno a esta función, es necesario y de vital importancia, considerar y estudiar esta parte del análisis.

La tarificación en Generación presenta tres alternativas:

- Precios Regulados (Costo Marginal Proyectado), para ventas a empresas distribuidoras. La CNE es quién define los precios para la potencia y energía para los distintos nudos del sistema interconectado. Estos precios se calculan a través de un modelo que supone un sistema uninodal. El precio de nudo de la potencia se calcula utilizando, entre otros parámetros: costos de inversión en turbina a gas, costos en líneas de transmisión radial, un margen de reserva de potencia, un porcentaje de pérdidas en la transmisión y el precio del petróleo. El precio de nudo de la energía se calcula utilizando entre otras cosas: la demanda proyectada, el rendimiento de unidades térmicas, la cota inicial del Lago Laja, 40 años de historia hidrológica y un costo de falla, que representa el costo de no suministrar energía al consumidor. Posteriormente estos precios se desplazan geográficamente, a través de factores de penalización, que intentan representar las pérdidas en el sistema de transmisión.
- Costo Marginal Corto Plazo (Precio Spot), el cual se utiliza para valorizar las transferencias de energía y potencia entre las empresas generadoras. Este precio, también denominado Costo Marginal Instantáneo, se calcula por el CDEC y se calcula del mismo modo en que se determinan los precios de nudo de la energía.

- Precios Libres, a clientes cuya capacidad instalada es al menos 0,5 MW.

El concepto de Costo Marginal de Corto Plazo representa el costo marginal de abastecer una unidad mas de demanda manteniendo constante los activos fijos que conforman el sistema.

Bajo este esquema tarifario, los Sistemas de Transmisión reciben el denominado Ingreso Tarifario, el cual corresponde al ingreso percibido por la red correspondiente a la diferencia de los costos marginales que rigen en cada barra del sistema para las inyecciones y retiros de potencia y energía en ellas. El problema es que dadas las economías de escala presentes en el Sistema de Transmisión, la tarificación a Costo Marginal es insuficiente para financiar el sistema (aproximadamente 15 %) requiriéndose un aporte adicional.

Este pago adicional (Peaje) corresponde a:

Peaje = AVNR + COYM – IT donde **AVNR:** Anualidad Valor Nuevo de
reemplazo.

COYM: Costo de Operación y
mantenimiento.

IT: Ingreso Tarifario.

Con el sistema vigente, las empresas de generación reciben como ingreso las ventas de energía y potencia y deben cancelar, a cuenta de sus utilidades, los peajes de Transmisión. Por otra parte, las Empresas de Transmisión reciben el Ingreso Tarifario y el Peaje.

De acuerdo a la ley, las tarifas deberían construirse de modo que los activos en este sector renten un 10 %, que corresponde a la tasa de descuento aplicada a los proyectos en esta industria.

Además, los precios de la energía se calculan a partir de los costos marginales de energía en los primeros 16 trimestres del SIC. Dichos valores se obtuvieron utilizando el modelo de optimización de la operación del SIC, denominado “Modelo del Laja”. La modelación incorpora además una operación de la central Rucúe en serie hidráulica con las otras centrales del complejo Laja, una operación con una cota mínima de 1308.48 msnm, y la consideración de una muestra estadística de energía generable de 40 años, desde abril de 1962 a marzo de 2002. El horizonte de estudio utilizado fue 10 años (años hidrológicos 2004 a 2014), con una cota inicial para el lago Laja al 1° de Abril es de 1335.77 msnm.

El precio básico de la energía, que resulta de calcular el promedio ponderado de los costos marginales trimestrales (16 trimestres), es de 18.48 \$/kwh en el Nudo Básico Quillota.

Los precios de potencia de punta se derivaron del costo de ampliar la capacidad instalada en turbinas a gas diesel. Conforme a lo establecido en el artículo 4°, n° 17) letra a) de la Ley 19.940, se identifican dos precios básicos de potencia:

El precio básico de la potencia de punta resulta igual a 3377.669 \$/kw/mes en el nudo Básico de Potencia (Polpaico 220kV). El precio básico de la potencia de punta resulta igual a 4022.97 \$/kw/mes en el nudo Básico de Potencia (P.Montt 220kV). Los precios de energía y potencia en los restantes nudos del SIC, se calcularon aplicando los respectivos factores de penalización, los cuales corresponden a los determinados por la CNE. En la tabla N° 6.1 se muestran los factores de penalización y los precios de energía y potencia resultantes.

Tabla N° 6.2
Factores de Penalización y Precios de Energía y Potencia

NUDO	TENSION kV	FACTORES DE PENALIZACION POTENCIA ENERGIA		PRECIOS DE NUDO POTENCIA ENERGIA	
		[p.u.]	[p.u.]	[\$/kW/mes]	[\$/kWh]
D. DE ALMAGRO	220	0.9957	1.0293	3363.15	19.021
CARRERA PINTO	220	1.0218	1.0546	3451.30	19.489
CARDONES	220	1.0302	1.0597	3479.67	19.583
MAITENCILLO	220	1.0000	1.0275	3377.67	18.988
PAN DE AZUCAR	220	1.0276	1.0300	3470.89	19.034
QUILLOTA	220	1.0090	1.0000	3408.07	18.480
POLPAICO	220	1.0000	0.9993	3377.67	18.467
CERRO NAVIA	220	1.0554	1.0725	3564.79	19.820
ALTO JAHUEL	220	1.0375	1.0668	3504.33	19.714
RANCAGUA	154	1.0554	1.0943	3564.79	20.223
SAN FERNANDO	154	1.0478	1.0947	3539.12	20.230
ITAHUE	154	1.0019	1.0697	3384.09	19.768
PARRAL	154	0.9827	1.0473	3319.24	19.354
ANCOA	220	0.9932	1.0344	3354.70	19.116
CHARRUA	220	0.9318	0.9850	3147.31	18.203
CONCEPCION	220	0.9811	1.0113	3313.83	18.689
SAN VICENTE	154	0.9953	1.0337	3361.79	19.103
TEMUCO	220	1.0197	1.0615	4102.22	19.617
VALDIVIA	220	1.0169	1.0599	4090.96	19.587
PUERTO MONTT	220	1.0000	1.0561	4022.97	19.517
PUGUEÑUN	110	1.4593	1.5412	5870.72	28.481

Fuente: Informe Técnico de fijación de precios, CNE, 2004

Precio de la Potencia de Punta (Indexación)

Los parámetros de la fórmula de indexación de la potencia representan el peso relativo de cada una de las componentes utilizadas en la determinación del precio básico de la potencia, y se obtienen y justifican a partir del valor de las derivadas parciales de dicho precio respecto a cada una de las variables utilizadas.

$$\text{Preciopotencia} = \text{Preciobase} * \left(\frac{\text{DOL}}{\text{DOLo}} * \frac{1+d}{1+do} * \left(0,733 * \frac{\text{CHE}}{\text{CHEo}} + 0,024 * \frac{\text{CPI}}{\text{CPIo}} \right) + 0,006 * \frac{\text{IPM}}{\text{IPMo}} + 0,036 * \frac{\text{IPC}}{\text{IPCo}} + 0,201 * \frac{\text{ISS}}{\text{ISSo}} \right)$$

- d:** Derechos arancelarios aplicables a la importación de bienes de capital, en °/1.
- Do:** Derechos arancelarios aplicables a la importación de bienes de capital, en °/1 vigentes (0,06 °/1).
- DOL:** Valor promedio de los días hábiles de los últimos 30 días del tipo de cambio observado del dólar EEUU, publicado por el Banco Central.
- DOLo:** Valor promedio del mes de Marzo de 2004 del dólar observado EEUU, publicado por el Banco Central (603.91 \$/US\$).
- CHE:** Chemical Equipment Plant Cost Index, publicado al quinto mes anterior al cual se aplique la indexación
- CHEo:** Chemical Equipment Plant Cost Index correspondiente al mes de Noviembre de 2003(447.20)
- IPC:** Índice General de Precios al Consumidor correspondiente al mes anterior al cual se aplique la indexación
- IPCo:** Índice General de Precios al Consumidor correspondiente al mes de Marzo de 2004 (114.35)
- CPI:** Consumer Price Index(USA), correspondiente al tercer mes anterior al cual se aplique la indexación
- CPIo:** Consumer Price Index(USA) correspondiente al mes de Enero de 2004 (185.2)
- IPM:** Índice de Precios al por Mayor publicados por el INE, para el tercer mes anterior al cual se aplique la indexación
- IPMo:** Índice de Precios al por Mayor correspondiente al mes de Enero de 2004 (191.74)
- ISS:** Índice General de Remuneraciones publicados por el INE, para el tercer mes anterior al cual se aplique la indexación
- ISSo:** Índice General de Remuneraciones correspondiente al mes de Enero de 2004 (238.08).

Precio de la Energía (Indexación)

Los parámetros de la fórmula de indexación de la energía se obtienen y justifican mediante: - Valor de las derivadas parciales del precio de la energía respecto de precio del Fuel, el Diesel y el Dólar. - El parámetro alfa representa las variaciones hidrológicas que puedan ocurrir en el período que media entre fijación a fijación. Este parámetro se obtiene de considerar la energía acumulada al 1º de Julio de 2004 en el Lago Laja más Colbún y Canutillar, nivel del Laja que es sensibilizado respecto de una variación de cuatro metros en torno a su valor esperado.

$$\text{Precio}_{\text{energía}} = \text{Precio}_{\text{base}} * \left(0.907 * \frac{\text{Precio}_{\text{dólar}}(\$)}{\text{DOLo}} * \frac{1+d}{1+do} + 0.086 * \frac{\text{PD}}{\text{PDo}} + 0.007 * \frac{\text{PFO}}{\text{PFOo}} \right) * \alpha$$

Precio dólar: valor promedio de los días hábiles de los últimos 30 días del tipo de cambio observado del dólar EEUU, publicado por el Banco Central.

d: Derechos arancelarios aplicables a la importación de bienes de capital, en %/1.

PD: Precio de Paridad del P. Diesel, en \$/m³, incluidos los efectos del Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo, determinado conforme a los mismos criterios con que se determina el PDo (ver Anexo N° 1, numeral 3).

PFO: Precio de Paridad del P. Combustible (Fuel Oil #6), en \$/Ton, incluidos los efectos del Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo, determinado conforme a los mismos criterios con que se determina el PFO (ver Anexo N° 1, numeral 3).

do: Derechos arancelarios aplicables a la importación de bienes de capital, en %/1 vigentes (0,06 %/1).

DOLo: Valor promedio del mes de Marzo de 2004 del dólar observado EEUU, publicado por el Banco Central (603.91 \$/US\$).

PDo: Precio de Paridad del P. Diesel, en \$/m³, incluidos los efectos del Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo vigente (176,653 \$/m³).

PFOo: Precio del P. Combustible (Fuel Oil #6), en \$/Ton, incluidos los efectos del Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo vigente (114,935 \$/Ton).

α : Coeficiente que multiplica el precio de la energía para tomar en cuenta la desviación que presente la energía embalsada en el lago Laja respecto de una cota esperada de 1332.3 msnm, en el embalse Colbún más el embalse en el lago Chapo, respecto de 2615.11 GWh, energía embalsada esperada al 1° de Julio de 2004.

Precios Libres

La comparación entre el promedio (ponderado por las energías facturadas) de los precios medios efectivos de suministro no sometidos a fijación de precios y el precio medio teórico que resulta de aplicar los precios de nudo determinados anteriormente que es un 8.4 % superior a los precios libres informados por las empresas conforme a las normas legales, porcentaje que está fuera del límite de aceptación establecido en el artículo 101° del DFL N°1/82, modificado según Ley 19.940 publicada en el Diario Oficial el 13 de Marzo de 2004 como muestra la tabla 6.3.

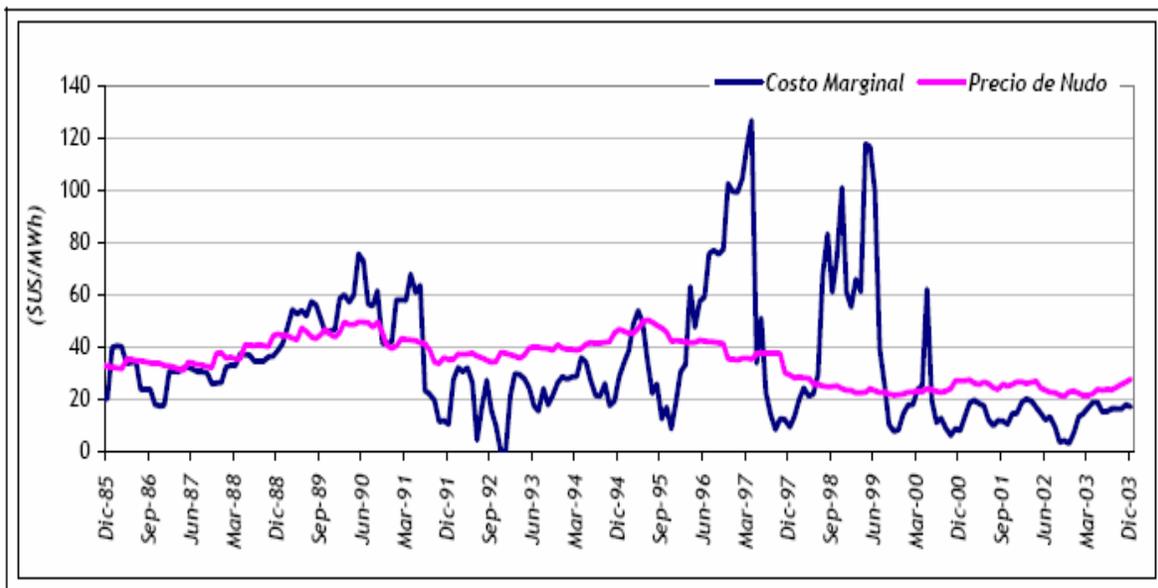
Tabla N° 6.3

Diferencia entre el Precio libre y Teórico

Precio Medio	(\$/kWh)
Libre	22.88
Teórico	24.81
Diferencia (%)	8.4%

Para observar la diferencia entre el precio de nudo y los costos marginales, se construyó un grafico con los valores históricos de estas variables que comprende desde Diciembre de 1985 hasta Diciembre de 2003 como se ilustra en el grafico N° 6.1.

Grafico N° 6.3
Diferencia entre Precio Nudo y Costo Marginal



Fuente: Anuario 2004, CDEC – SIC

Una vez estudiado el análisis anterior, se debe calcular el costo marginal que posee SteraChile S.A., para eso se debe desarrollar un costeo del flow sheet²⁶. Para ello se deben identificar todos los recursos necesarios para la producción. El resultado obtenido fue que SteraChile S.A. posee un costo de \$ 21,67 Kw/h producido.

²⁶ Ver figura N° 6.4: Flow Sheet de la planta

6.5 Formulación Estratégica

La postura estratégica de la empresa es un conjunto de requerimientos pragmáticos, desarrollados por el nivel superior de una firma, para guiar la formulación de estrategias funcionales, de negocios y corporativas. Se expresa a través de la formulación de directrices estratégicas de la empresa, desafíos de planificación dirigidos a los distintos niveles, y objetivos de desempeño de la empresa en su conjunto.²⁷

Para realizar una planificación estratégica se presenta una serie de matrices de planificación. Éstas matrices constituyen representaciones gráficas de la posición competitiva general de la cartera de negocios de la firma, generando un poderoso vehículo de comunicación debido a que en un solo cuadro se puede captar la fortaleza o debilidad general de la cartera. Por otro lado cada matriz posiciona a la unidad de negocios de la firma según dos dimensiones, una es la dimensión externa que intenta captar el atractivo general de la industria en la que participa el negocio, y la otra una dimensión interna, relativa a la fortaleza del negocio dentro de la industria. Al unir ambas dimensiones la matriz entrega lo que se califica como una matriz genérica o natural, que sirve como una reflexión inicial de gran utilidad para guiar el proceso de diseño de la estrategia general de la unidad de negocios.

²⁷ Gestión de Empresa, Arnoldo Hax & Nicolás Majluf

6.5.1 Matriz FODA

La matriz FODA intercepta las oportunidades y amenazas que se desprenden del análisis externo a nivel de negocio con las fortalezas y amenazas que se reconocen a través de la evaluación interna realizada a una empresa. Esta herramienta permite visualizar distintas estrategias que permitan a la empresa cumplir sus objetivos necesarios para alcanzar una ventaja sostenible a largo plazo.

Figura N° 6.6
Matriz FODA

Fortaleza / Oportunidades	Fortaleza / Amenaza
<ul style="list-style-type: none"> •Aprovechar el gran Know-How internacional, las economías de escala y calidad del producto que posee la empresa, para captar parte del crecimiento de la demanda anual eléctrica. (Clientes Libre y Regulados) •Utilizar la eficiencia de los laboratorios de I&D internacional para buscar mejoras y nuevas tecnologías para la generación de electricidad. •Fortalecer la alianza estratégica con el vertedero Santa Marta para optimizar el uso de la planta y entregar a los clientes un producto de calidad con seguridad y estabilidad. •Aprovechar el Know-How, la tecnología, las economías de escala, la estabilidad, la seguridad, las alianzas estratégicas con el vertedero para poder inyectarle energía al propio vertedero y satisfacer su demanda de electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> •Aprovechar la tecnología de punta en el tratamiento de residuos y producción de electricidad y las certificaciones que permitirá reducir la contaminación ambiental para enfrentar las regulaciones gubernamentales actuales y futuras. •Aprovechar la buena calidad, estabilidad y seguridad en la producción para fortalecer las relaciones con los clientes. •Utilizar el Know-How internacional en la utilización de energías renovables para disminuir la posible inestabilidad en el abastecimiento de gas natural y agua (Crisis) para evitar el desabastecimiento eléctrico.
Debilidad / Oportunidad	Debilidad / Amenaza
<ul style="list-style-type: none"> •Construir una buena relación con el proveedor de la tecnología para aprovechar el crecimiento del mercado nacional (Chile). •Aprovechar el Know-How internacional en la utilización de energías renovables para formular estrategias de Marketing con el objetivo de identificar la marca dentro de la industria de generación. 	<ul style="list-style-type: none"> •Aprovechar el Know-How internacional para formular estrategias de Marketing para identificar la marca dentro de la industria y aumentar las barreras de entrada para evitar el ingreso de empresas internacionales a la industria.

Fuente: Elaboración Propia

6.5.2 Matriz Atractivo de la Industria / Fortaleza del Negocio

Esta matriz permite una clara diferenciación de la naturaleza de cada negocio en términos de atractivo de la industria y posición competitiva, para entregar estrategias genéricas.

Figura N° 6.7
Atractivo de la Industria

		Alto	Medio	Bajo
Fortaleza del Negocio	Alto	Inversión y Crecimiento	Crecimiento Selectivo	Selectividad 
	Medio	Crecimiento Selectivo	Selectividad	Cosechar/ Liquidar  ↑
	Bajo	Selectividad	Cosechar/ Liquidar	Cosechar/ Liquidar

De esta matriz se desprenden las siguientes estrategias genéricas:

- Identificar segmentos de crecimiento
- Especializarse
- Invertir selectivamente

6.5.3 Matriz Atractivo de la Cartera del Ciclo de Vida

Figura N° 6.8

Madurez de la Intraindustria

		<i>Embrionaria</i>	<i>Crecimiento</i>	<i>Madurez</i>	<i>Decadencia</i>
Posición competitiva	<i>Dominante</i>				
	<i>Fuerte</i>				
	<i>Favorable</i>				
	<i>Sostenible</i>				
	<i>Débil</i>				
	<i>No viable</i>				

Debido al ciclo de vida determinante en la industria, las estrategias genéricas entregadas por la matriz de cartera del ciclo de vida, donde la madurez de la industria está en la posición de madura y en una posición competitiva sostenible (determinado por los 8 factores entregados por Hax y MajLuf).

De esta matriz se desprende las estrategias genéricas siguientes:

Directrices de participación de mercado

- Descubrir nicho y aferrarse a él
- Retirarse gradualmente

Directrices de requerimientos de inversión

- Reinversión mínima o liquidación

Además de las estrategias genéricas previamente descritas, la metodología ADL, también recomienda programas generales de acción según sea su posición de la unidad estratégica de negocios en la matriz. El posicionamiento en la matriz se dirige hacia un desarrollo selectivo y su directriz estratégica es descubrir nicho.

6.5.4 Acciones para las Estrategias Genéricas

Las distintas matrices anteriormente mencionadas describen directrices genéricas que sirven para guiarse en la determinación de los planes específicos de acción. De las estrategias genéricas que se identificaron en la matriz atractivo de la industria / fortaleza del negocio se obtiene identificar segmentos de crecimiento, especializarse e invertir selectivamente. La matriz cartera ciclo de vida recomienda mantener la posición, crecer con la industria y reinvertir según sea necesario.

Por otro lado, la metodología ADL indica que hay que crecer con la industria; finalmente la matriz FODA integra las fortalezas y debilidades de SteraChile S.A. junto a las oportunidades y amenazas presentes en la industria. Este análisis muestra distintas formas de cumplir el objetivo propuesto que es hacer de SteraChile S.A. una empresa rentable y sustentable en el tiempo.

La primera propuesta de acciones sobre las estrategias genéricas lleva a enfocarse en el vertedero Santa Marta, debido a que se posee una alianza estratégica y proveen de la materia prima a la planta para la generación de electricidad. Al tener una alianza, se disminuye el poder de negociación y puede llegar al punto de hacerse nulo.

Esta alianza se aprovecha para llegar al punto óptimo de la planta y así proveer de energía al propio vertedero y enviar la energía restante a las empresas transmisoras con el fin de disminuir las pérdidas de carga en las líneas y así poder mantener las fortalezas de estabilidad y seguridad en la producción de energía eléctrica, esto es lo que indica la matriz atractivo de la industria / fortaleza del negocio en lo referente a la identificación de un segmento en crecimiento, especializarse en la producción de energía eléctrica e invertir selectivamente en el caso de un aumento en el consumo interno (Santa Marta) de electricidad colocando una línea de producción adicional.

La segunda propuesta de acciones de las estrategias genéricas lleva a enfocarse al sistema interconectado central para abastecer de energía eléctrica a dicho sistema. Esta acción se identifica en la matriz de la cartera ciclo de vida, que se refiere identificar nicho y aferrarse a él. Por otro lado, la matriz FODA en una de las estrategias a seguir menciona que aprovechando el gran Know-How internacional, las economías de escalas que se generan y la calidad (estabilidad y seguridad) que posee la empresa permite captar parte del aumento del consumo eléctrico (clientes libres y regulados).

Este crecimiento se ve reflejado por el aumento en el consumo de energía tanto en el ambiente industrial como en el del consumidor final (8%). Sin embargo, este crecimiento puede verse afectado por la crisis energética de Argentina, pero para este proyecto, se convertiría en una gran oportunidad, debido a que los costos marginales de la planta son menores que algunas centrales termoeléctricas, por lo que los ingresos serán mayores, ya que se podrá estar inyectando energía durante un tiempo mas prolongado al SIC, pues el CDEC es el encargado de decidir quien ingresa o no al sistema interconectado central. Esta decisión como se ha explicado en el punto 7.1.4 establece que mediante el menor costo marginal de producción ira ingresando cada central. Para aprovechar esto, se deberá aumentar la eficiencia, estabilidad y seguridad del sistema, pues son los requisitos más importantes y de preferencia.

Estas dos propuestas cumplen con el objetivo de implementar la planta con retornos positivos. La primera opción es la más efectiva, ya que por las nuevas regulaciones, el vertedero Santa Marta es un cliente libre por consumir más de 0,5 MW. La segunda opción aunque es factible, es desechada por entregar menores retornos positivos, debido a que la mayor parte del suministro eléctrico es abastecido por las centrales hidroeléctricas que poseen un menor costo marginal que el de la planta. Además, ésta se posiciona en el número 24 de las empresas generadoras, por lo que realizando los cálculos pertinentes, la planta solo inyectaría aproximadamente 4 horas al SIC, lo cual no sería una opción óptima, teniendo en cuenta que se desearía una gran cantidad de recursos, esto no haría satisfactoria la implementación.

Es por lo anterior, que se realizará una evaluación económica para la primera propuesta, por ser la opción que se puede implementar con factibilidad tanto económica como legal y entregando un mayor valor actual neto al proyecto.

CAPITULO VII
EVALUACION ECONOMICA

Este capítulo tiene como finalidad de evaluar económicamente este proyecto, con el objetivo de observar si el proyecto es rentable o no y a su vez, tomar la decisión de implementar o desechar la instalación de la planta.

Supuestos de la evaluación económica

- La proyección del flujo de caja se realizó a 10 años.
- Se prevee un crecimiento en la demanda de electricidad de un 8%.
- No se contemplan crisis económicas que puedan afectar las proyecciones.
- La planta tiene la capacidad de procesar 34.560 Toneladas / año de basura. Pero en el primer año se alcanzará una producción de 30.000 toneladas, creciendo en un 2% hasta el 6 año y manteniéndose constante para los próximos años. Esto significa que la planta producirá 5500 Kw/h con una potencia de 5500 Kwatts.
- La tasa de descuento aplicada a este proyecto es de un 10%, que es lo que exige la empresa y sus accionistas para este tipo de proyecto.
- El valor del Dólar y del Euro ocupados en los cálculos y flujos es de \$ 615,14 y \$ 747,71 respectivamente que equivale a los valores tomados por el diario el Mercurio el día 14 de septiembre del 2004.
- Se utilizó el Valor Actual Neto (VAN) para mostrar el atractivo económico del proyecto.

7.1 inversión

La inversión para la implementación de la planta se desagrega en los siguientes puntos:

- Planta procesadora de basura con una capacidad de 4.000 Kg/h tiene un valor de adquisición de € 4.000.000²⁸.
- Línea de producción de energía eléctrica con una potencia firme de 6.000 Kwatts tiene un valor de € 2.200.000.
- Obras civiles:
 - Construcción de un galpón de 2.000 m², para la instalación de la maquinaria. Tiene un valor de € 110,703 el m², por lo que el valor asciende a € 221.405 euros.
 - La bodega tiene un costo de € 47,381 el m² de construcción, y las dimensiones de la bodega es de 500 m², lo que implica que la inversión de este ítem es de € 23.690,36.
 - La oficina tiene una dimensión de 500 m², y la inversión tiene un valor de € 127,014 por m². La inversión total es de € 63.507
 - El sistema de seguridad, el sistema de incendio, los jardines, lozas y alajamiento de oficina (escritorios, computadores, centrales telefónicas, etc.) y los estudios ambientales tiene una inversión de € 161.304,64.

El monto total de las obras civiles adquiere un valor de € 469.907.

²⁸ El Valor del Euro fue tomado el día 14/09/2004 que es igual a \$ 747,71

- Se considerará un crédito²⁹ bancario de un 75% de la inversión capital, solicitado al comienzo del proyecto, pagadero en 10 cuotas iguales de € 647.838, con una tasa de interés del 5,00% anual.
- La inversión del capital de trabajo se calcula por el método del período de desfase. Este método consiste en determinar la cuantía de los costos de operación que deben financiarse desde el momento en que se efectúa el primer pago por la adquisición de la materia prima hasta el momento en que se recauda el ingreso por la venta de los productos, que se destinará a financiar el periodo de desfase siguiente.

El cálculo de la inversión en capital de trabajo (ICT), se determina por la expresión:

$$\text{ICT} = \frac{\text{Costo Anual}}{365} \times \text{Numero de días de desfase}$$

Costo Total Anual = € 994.454,74

Días de desfase = 30 días

La inversión en capital de trabajo es igual a € 81.736

²⁹ Ver Anexo N°2: Análisis del Financiamiento

7.2 Ingresos

Los ingresos corresponden al valor unitario de venta por la cantidad total de unidades vendidas. En este caso, existen 3 tipos de ingresos que son:

- Ingresos por tratamiento de Basura
- Ingresos por Energía Vendida
- Ingresos por Potencia Firme Vendida

7.2.1 Ingresos por tratamiento de Basura:

Este ingreso corresponde al precio de venta por la cantidad vendida durante un año.

El precio por la disposición final se ha calculado por un promedio de los valores entregados en el capítulo 3, en la sección 3.4 (valores correspondiente a Vertedero Santa Marta). Este valor corresponde a \$ 6.236 equivalentes a € 8,34 por tonelada, y la planta es capaz de procesar 30.000 toneladas el primer año, luego los años siguientes se aumentarán en un 2% anual hasta el 6 año y se mantendrán constante el resto de los años, lo que corresponde € 250.203 para el primer año.

7.2.2 Ingresos por Energía

El ingreso por el concepto de venta de energía se determinó de la siguiente manera:

Como Santa Marta es un cliente libre, por lo que se le entregará un total de 510 Kw/h con una potencia firme de 510 Kwatts y cuyos valores a cobrar son:

$$PE \text{ (Cliente Libre)} = \$ 22.88$$

$$PP(\text{Cliente Libre}) = \$ 3.504.33$$

Estos precios se encuentran regulados por la Comisión Nacional de Electricidad quien en forma trimestral va determinado dichos valores.

Para calcular el ingreso correspondiente a las empresas transmisoras, se debe realizar de la siguiente manera:

El precio de la energía corresponde a:

$$PNE^{30} \text{ (alto Jahuel)} = \$ 18,934$$

$$PE \text{ (S/E Chena)} = \$ 18,934 \times CBTE^{31} \text{ (alto Jahuel;66Kv)} \times CBLE^{32} \text{ (66Kv)}$$

$$PE^{33} \text{ (S/E Chena)} = \$ 18,934 \times 4,21\% \times 0,19\%/km$$

³⁰ PNE = Precio Nudo de la Energía.

³¹ CBTE = Cargo base por transformación de Energía expresado en %.

³² CBLE = Cargo base por transporte de Energía y expresado en (%/Km.)

³³ PE = Precio de la Energía.

La distancia entre la Estación Alto Jahuel y la Sub – Estación Chena es de aproximadamente 25 Km., entonces:

$$PE (S/E Chena) = 18,934 \times 4,21\% \times 0,19\% \times 25$$

$$\mathbf{PE (S/E Chena) = \$ 19,879 Kwh}$$

7.2.3 Ingresos por Potencia Firme

Luego el precio de la potencia en las mismas instalaciones es:

$$PNP^{34} (\text{Alto Jahuel}) = \$3.504,33$$

$$PP^{35} (\text{Alto Jahuel}) = 3.504,33 + CBTP (\text{Alto Jahuel}) + CBLP (\text{sic})$$

$$PP (S/E Chena) = \$ 3.504,33 + \$ 365,95 + \$ 40,24 \times 25 \text{ Km}$$

$$\mathbf{PP (S/E Chena) = \$ 4.876,28Kw/mes}$$

Sin embargo el vertedero Santa Marta se encuentra a 5 Km. de distancia de la Sub – Estación Chena, lo que implica que habrá que realizar el mismo cálculo anterior pero utilizando los valores anteriormente obtenidos, por lo que el precio a cobrar por el concepto de energía y potencia queda expresado en:

$$PE (\text{Sta. Marta}) = PE (S/E Chena) \times CBTE (\text{Distr.}) \times CBLE$$

$$PE (\text{Sta. Marta}) = 19,879 \times 10,3\% \times 0,29\% \times 5 \text{ Km}$$

$$\mathbf{PE (\text{Sta. Marta}) = \$ 20,764 Kwh}$$

³⁴ PNP = Precio Nudo de la Potencia

³⁵ PP = Precio de la Potencia

La potencia queda dada por:

PP (Sta. Marta) = PP (S/E Chena) + CBTP (alto Jahuel) + CBLP (sic)

PP (Sta. Marta) = 4.876,28 + 880,63 + 96,99 x 5 Km

PP (Sta. Marta) = \$ 6.241,86Kw/mes

En consecuencia, los precios a cobrar por cada Kwh. inyectados a las empresas transmisoras serán:

PE (Sta. Marta) = \$ 20,764 Kwh.

PP (Sta. Marta) = \$ 6.241,86 Kw/mes

7.3 Costos Variables

Para la operación del proyecto se consideran los siguientes costos Variables:

• Materias Primas e Insumos

- **Ceniza de Soda:** Se necesitan 0.041472 toneladas de ceniza por una tonelada de Residuos procesada, luego si la planta procesa 34.560 Toneladas anuales, se necesitan 1433,27 toneladas de ceniza de soda para la producción anual. El costo que tiene cada tonelada de este insumo es de € 67,427/Ton. El costo variables total anual será de € 95.570.
- **Cerámico Refractario:** Se necesitan 20,736 toneladas de este producto anualmente para el funcionamiento del horno pirolítico. Este insumo tiene un valor de € 674,286/Ton, por lo que el costo anual para este ítem asciende a € 13.827.

- **Gas natural:** El consumo de la planta será de 0,0101 Kg de gas natural por kilogramo de basura alimentada (ó 0,02 m³ / Kg de basura) al horno. El precio del gas natural es de € 0,07957/m³. Esto último entrega un costo total anual de € 54.999
- **Agua:** Los requerimientos de agua para la planta, según catálogo, es de 24 m³/hr ó 207.360 m³. El precio del agua, según las empresas de agua potable (Aguas Andinas), es de € 0,1624/m³, lo que da un valor de € 33.675 al año.
- **Urea:** Este insumo es necesario para el funcionamiento de la cámara de reducción. El valor que presenta este producto es de € 0,1071 la tonelada y la planta necesita un total de 1.228,8 toneladas anuales, que equivale a € 131.387 anuales.
- **Costos de Energía y Potencia:** No existen debido a que la planta será instalada en el mismo vertedero por lo que no se necesitará ninguna línea de transmisión. Por otro lado, los costos por peajes tampoco serán considerados por que los propietarios de medios de generación conectados directamente a instalaciones de un sistema de distribución, y cuyo excedente de potencia suministrable al sistema interconectado no supere los 9.000 kw, estarán liberados del pago de peajes por el uso de las redes de dicho sistema de distribución, mientras la potencia agregada de los generadores de menos de 9.000 kw conectados en el mismo sistema de distribución no supere el 10% de la demanda máxima de dicho sistema. Lo anterior se estipula en la Ley general de electricidad en artículo 71 – 43.

7.4 Costos Fijos

Para la operación del proyecto, se consideran los siguientes costos fijos:

• Sueldos

- **Jefe de planta:** Este ingeniero es el encargado de informar al directorio sobre los resultados generados por la planta y también está encargado de velar por el funcionamiento general de la planta. Además, tiene la funcionalidad de velar por la seguridad, la producción, el desempeño de todos los empleados de planta y administrar los recursos entregados para mantener los estándares internacionales. El sueldo que este ingeniero recibirá será € 3.330 mensuales lo que equivale a 40.000 euros anuales.
- **Jefe de Turno:** Es un ingeniero de ejecución Industrial y esta encargado de programar, supervisar y velar también por la seguridad de los empleados y crear incentivos para los operarios. El sueldo estipulado para este empleado será de € 1.250 mensuales, equivalentes a € 15.000 anuales. En este caso se necesitan 3 jefes de turno por lo que el costo de sueldos anual en este ítem asciende a € 45.000 anuales.
- **Supervisores del servicio:** Es un técnico especializado que está encargado, tanto de operar los sistemas computacionales que se encuentran en cada línea de producción como de monitorear los niveles de gases, combustible, agua, aire, etc. El sueldo estipulado para este tipo de trabajo es de € 1.000 mensuales lo que equivale a € 12.000 anuales. En este ítem se necesitan 4 supervisores, lo que el monto asciende a € 48.000 anuales.

- **Operario:** Es el encargado de manejar los insumos, materias primas que se necesitan para la producción y son los encargados de manejar las máquinas de cada línea que posee la planta. El sueldo para este tipo de trabajo, tiene un valor de € 600 mensuales, equivalente a € 7.200 anuales. Para este tipo de operación se necesitan 11 operarios, por lo que el sueldo anual asciende a € 79.200 anuales.
- **Mantenimiento, Reparación y Limpieza:** En estos costos están incluida la mantención de la maquinaria y de las instalaciones, la limpieza del recinto y la eventual reparación o recambio de piezas que se deban cambiar por concepto de la mantención o falla de materiales. Este costo se estimó en un 2% del total invertido en maquinarias, lo que alcanza un valor de € 133.398 euros anuales

7.5 Impuestos

- **Impuesto a la Renta:** Este impuesto para las empresas que están sujetas a la primera categoría tiene un valor de 16,5%.

7.6 Valor Residual

Este valor se puede calcular por tres métodos. Se calculó mediante el método contable, que calcula el valor de desecho como la suma de los valores contables (o valores libro) de los activos. Se calcula usando la inversión de los activos, el número de años a depreciar el activo, el número de años ya depreciados del activo. Se obtiene un valor de desecho de € 3.475.926.

7.7 Flujo de Caja

En el Anexo N°1 se observa el flujo de caja puro en forma detallada para el proyecto propuesto, incluyendo el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Resumen Flujo de Caja Puro

Tasa de Descuento	10,00%
VAN	€ 2.021.298,83
TIR	15,51%

Fuente: elaboración Propia

Como este proyecto estará financiado por un 75%, se obtuvo el siguiente flujo de caja.

Resumen Flujo de Caja Financiado

Tasa de Descuento	10,00%
VAN	€ 3.164.138,23
TIR	33,20%

7.8 Análisis de Sensibilidad

Este análisis³⁶ se utiliza para saber que tan fuerte es el proyecto y la empresa frente a distintos escenarios que se pueden producir a futuro. El proyecto en el escenario referencial (75% de financiamiento) se evaluó a una tasa pareja de largo plazo de un 10%. Se ha supuesto que esta pueda variar después de impuestos en un 6%, 8%, 10% y 12% sin riesgo. Los valores aplicados sobre el flujo de caja arrojaron los siguientes resultados:

Tasa de Descuento	6%	8%	10%	12%
VAN (75% Financiado)	€ 4.531.121,14	€ 3.789.430,32	€ 3.164.138,23	€ 2.634.226,48

Fuente: Elaboración Propia

Otra forma de análisis, es producir una variación en los ingresos. Se ha supuesto que esta variación se puede producir en un -5%, +5% y +10%. Los valores obtenidos son los siguientes:

Tasa de Descuento	6%	8%	10%	12%
VAN (-5% en el precio)	€ 3.938.729,85	€ 3.260.559,51	€ 2.690.121,94	€ 2.207.820,57
VAN (+5% en el precio)	€ 5.187.780,77	€ 4.396.783,74	€ 3.728.331,79	€ 3.160.480,94
VAN (+10% en el precio)	€ 5.827.538,56	€ 4.978.752,25	€ 4.260.097,81	€ 3.648.428,94

Fuente: Elaboración Propia

³⁶ Ver anexo N°2

CAPITULO VIII
CONCLUSIONES

8.1 Conclusiones

La ejecución del proyecto estudiado en el presente trabajo de título, luego de haber realizado los análisis anteriores, se puede decir que este proyecto es atractivo, respaldándose por la evaluación económica (Flujo de caja) que entrega los siguientes resultados que avalan lo anterior:

Valor Actual Neto (VAN) = € 3.164.138

Tasa Interna de Retorno (TIR) = 33.20%

Este proyecto es muy importante para Stera Italia S.r.l, debido a que sería su primer proyecto en Latino América (Chile) y así comenzaría su expansión, cumpliendo una de las políticas que se ha propuesto a corto plazo.

Por otro lado, para el consorcio Santa Marta S.A., también es importante, debido a que se disminuirían los problemas ambientales que tanto le han acechado en este último tiempo, por la disminución de los agentes contaminantes que son liberados hacia la atmósfera.

Existe una oportunidad en la industria de procesamiento de residuos en Chile. En la actualidad los únicos métodos utilizados para deshacerse de ellos, son los rellenos sanitarios o vertederos, al contrario que en Europa, en donde el método más utilizado es la incineración. Respecto a esto, se plantean 3 preguntas:

¿Qué condiciones están dadas en Europa, para que los incineradores de basura sean usados, que no se dan en Chile?

¿Qué condiciones están dadas en Chile para que se usen rellenos sanitarios o vertederos?

¿Se podrán dar las condiciones necesarias en el futuro para utilizar incineradores en Chile?

Respecto a la primera pregunta, si bien otros métodos que no son la incineración (Rellenos Sanitarios, Vertederos o Compostaje), son de menor costo operacional, socialmente son menos deseables, pues los residuos quedan mas expuestos en la población, y con mas probabilidades de liberar contaminación al medio ambiente, lo que en este continente resulta muy castigado, porque las normas ambientales son mas estrictas que en Chile. Otro punto importante de abordar, es la rigurosidad que existe sobre las regulaciones de ordenanza territorial, que datan de hace 6 a 7 siglos atrás, lo que hace casi imposible cambiar el uso de suelos para utilizarlos en disposición de basura; además, al existir planes reguladores tan estrictos, se genera un alza en los precios de los terrenos por no satisfacer la demanda al darle otros usos, haciendo que los terrenos tengan un valor muy elevado; a esto, hay que agregarle además que el suelo en Europa, por ser un continente muy denso poblacionalmente, es cada vez mas escaso (y por lo tanto mas costoso), haciendo que el costo de oportunidad de no incinerar la basura, y darle otros destinos finales, sea muy alto.

Otro factor a agregar, es que al ser el área ocupada por un relleno sanitario más extendida que la ocupada por un incinerador, genera pérdidas de valor sobre una mayor cantidad de propiedades, y estas pérdidas en Europa son mayores que en Chile.

Respecto a la segunda y tercera pregunta, en Chile existe baja densidad poblacional y por lo tanto mucha oferta de terreno, que satisfacen plenamente las necesidades de demanda, lo que hace que los terrenos abunden, y que existan muchos lugares que se pueden utilizar para la disposición de los residuos, generando menores pérdidas de valor sobre los terrenos que en un continente o territorio con mayor densidad (en donde el costo de adquisición de los terrenos es mayor). Sin embargo, durante los últimos años, ha habido un crecimiento económico (entre un 3% y 4% anual), lo que genera un crecimiento fuerte de las ciudades en extensión, y por lo tanto se produce una mayor densidad poblacional; esto, se deriva en que el suelo incrementa su valor, lo que a la larga (si se mantiene el crecimiento), puede llevar a una situación similar a la Europea. Por otro lado, la normativa ambiental en Chile, es cada vez más estricta, lo que a larga puede generar problemas para la instalación de rellenos sanitarios que tienen un mayor impacto sobre el medio ambiente que un incinerador.

El tipo de basura que está siendo generada en Chile, es distinta que hace 25 años, pues ésta ha estado evolucionando a una composición mas propicia para que sea tratada en plantas incineradoras, pues la cantidad de materia orgánica ha estado disminuyendo al igual que la humedad, y aumentando los papeles, plásticos y los materiales que generan un incremento en la capacidad calórica de los desechos, lo que hace mas fácil incinerarlos. Por ultimo, cabe mencionar que por el incremento del precio del suelo y por las normativas ambientales en el país por las razones antes mencionadas, se debería hacer cada vez mas caro instalar un relleno sanitario, mientras que los incineradores, por hacerse cada vez las tecnologías mas baratas al ir apareciendo más y mejores, deberían ir disminuyendo sus precios, pudiendo llegar a un punto de equilibrio en los costos de inversión y operación de ambos con el fin de facilitar la instalación de dicha tecnología.

Otro aspecto fundamental, son las sinergias que se producen. Estas se presentan en aspectos como los insumos, el pesaje y la clasificación (ya que se llevará a cabo por el consorcio Santa Marta).

Otro punto importante es el gran problema que se ha producido por la distribución y venta del gas natural proveniente de Argentina, ya que por el problema de racionamiento de gas a Chile se ha producido un gran conflicto en la generación de energía eléctrica, lo que lleva a que este proyecto pueda ser aun mas atractivo, debido a que ingresen al mercado con mayor fuerza los sistemas de energías renovables.

Sin embargo, la planta también necesita para su funcionamiento gas natural, pero es posible reacondicionar la maquinaria para que pueda ser utilizado con gas licuado. La única negativa que tendría la utilización de gas licuado, es la disminución en la generación de electricidad que se estima que sea en un 5%.

Por último, con este sistema de plantas procesadoras de residuos, es posible aumentar la vida útil de los vertederos que actualmente se encuentran en funcionamiento en el país utilizando un espacio reducido y disminuyendo el impacto social que éstos producen y los índices de contaminación ambiental que se reducirían a la 5 parte.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

- ✓ HAX, H. y MAJKUF, N. 1997 “Estrategias para el liderazgo competitivo”. Argentina, Ed. Granica.
- ✓ SAPAG, N. 1996. “Criterios de Evaluación de Proyectos – Como medir la rentabilidad de las inversiones”. México, McGraw-Hill.
- ✓ Kira – Othmer, 1995 “ Chemical Engineering Manual” EE. UU.
- ✓ SESMA, 1995, “Estudio de Composición y Proyección de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana”
- ✓ CONAMA, 1996 “Ley de Bases del Medio Ambiente”
- ✓ CONAMA, 1997 “Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y Emisión”
- ✓ Ministerio de Vivienda y urbanismo, 2000 “Plan Regulador Metropolitano de Santiago”
- ✓ “Manual de Operaciones de Stera Italia S.r.l” 2002, Italia
- ✓ CONAMA ,2000 “Política Nacional sobre la Gestión Integral de los Residuos”
- ✓ Fernando Alliende C. ,1996 “Manual de Manejo de Residuos Sólidos”

Paginas Web

www.conama.cl; www.sesma.cl; www.bancochile.cl; www.sec.cl; www.cdec.cl;
www.gob.cl; www.transelec.cl; www.riomaipo.cl; www.epa.org; www.cge.cl;
www.emol.com; www.uchile.cl; www.ine.cl; www.emeres.cl

ANEXOS

Flujo de Caja con Financiamiento del 75%

ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7	ANO 8	ANO 9	ANO 10
Ingresos											
Residuos		250.203,96	255.208,04	260.312,20	265.518,44	270.828,81	276.245,38	281.770,29	281.770,29	281.770,29	281.770,29
Electricidad Santa Marta (Energia)		134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28	134.836,28
Electricidad Santa Marta (Potencia)		28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91	28.682,91
Electricidad (Energia)		1.077.303,11	1.098.849,17	1.120.826,16	1.143.242,68	1.166.107,54	1.189.429,69	1.213.218,28	1.213.218,28	1.213.218,28	1.213.218,28
Electricidad (Potencia)		449.788,58	458.784,35	467.960,04	477.319,24	486.865,62	496.602,93	506.534,99	506.534,99	506.534,99	506.534,99
Total Ingresos		1.940.814,83	1.976.360,75	2.012.617,58	2.049.599,54	2.087.321,15	2.125.797,19	2.165.042,75	2.165.042,75	2.165.042,75	2.165.042,75
Costos Variables											
Ceniza de Soda		95.569,86	97.481,26	99.430,89	101.419,50	103.447,89	105.516,85	107.627,19	107.627,19	107.627,19	107.627,19
Cerámico Refractario		13.826,63	14.103,16	14.385,22	14.672,93	14.966,38	15.265,71	15.571,03	15.571,03	15.571,03	15.571,03
Gas Natural		54.998,78	56.098,76	57.220,73	58.365,15	59.532,45	60.723,10	61.937,56	61.937,56	61.937,56	61.937,56
Agua		33.675,26	34.348,77	35.035,74	35.736,46	36.451,19	37.180,21	37.923,82	37.923,82	37.923,82	37.923,82
Urea		131.387,92	134.015,68	136.696,00	139.429,92	142.218,51	145.062,88	147.964,14	147.964,14	147.964,14	147.964,14
Total Costos Variables		329.458,46	336.047,63	342.768,58	349.623,95	356.616,43	363.748,76	371.023,74	371.023,74	371.023,74	371.023,74
Margen de Contribución		1.611.356,37	1.640.313,12	1.669.849,00	1.699.975,59	1.730.704,72	1.762.048,43	1.794.019,02	1.794.019,02	1.794.019,02	1.794.019,02
Costos Fijos											
Jefe de Planta		40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Jefe de Turnos (3)		45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00	45.000,00
Supervisores del Servicio (4)		48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
Operarios (11)		79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00
Mantenion, Reparación y limpieza		133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14
Depreciación											
Depreciación Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Pago de Intereses por Credito		250.121,51	230.235,71	209.355,61	187.431,51	164.411,21	140.239,89	114.860,00	88.211,12	60.229,80	30.849,41
Total Costos Fijos		915.117,79	895.231,99	874.351,89	852.427,79	829.407,49	805.236,17	779.856,28	753.207,40	725.226,08	695.845,69
Total Costos		1.244.576,25	1.231.279,62	1.217.120,47	1.202.051,75	1.186.023,92	1.168.984,93	1.150.880,02	1.124.231,14	1.096.249,82	1.066.869,43
Utilidad antes de Impuestos		696.238,58	745.081,13	795.497,10	847.547,80	901.297,23	956.812,26	1.014.162,73	1.040.811,61	1.068.792,94	1.098.173,33
Impuestos a la Renta (16.5%)		114.879,37	122.938,39	131.257,02	139.845,39	148.714,04	157.874,02	167.336,85	171.733,92	176.350,83	181.198,60
Utilidad Neta después de Impuestos		581.359,22	622.142,74	664.240,08	707.702,41	752.583,19	798.938,24	846.825,88	869.077,70	892.442,10	916.974,73
Depreciación											
Depreciación de la Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Variación Capital de Trabajo		2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76			114.328,52
Valor Residual											3.578.219,54
Inversión Inicial											
Inversión de la Planta		6.669.907,00									
Inversion Capital de Trabajo		102.293,94									
Prestamo		5.002.430,25									
Amortizacion		397.716,09	417.601,90	438.481,99	460.406,09	483.426,39	507.597,71	532.977,60	559.626,48	587.607,80	616.988,19
Flujo de Caja Neto	€ 1.769.770,69 €	501.035,50 €	521.933,22 €	543.150,47 €	564.688,70 €	586.549,17 €	608.732,90 €	633.246,42 €	628.849,36 €	624.232,44 €	4.311.932,73 €
Tasa de Descuento		10,00%									
VAN	€	3.164.138,23									
TIR		33,20%									

Anexo N°2 Flujo de Caja (- 5% en los Ingresos)

ÍTEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Ingresos											
Residuos		238.289,48	243.055,27	247.916,38	252.874,70	257.932,20	263.090,84	268.352,66	268.352,66	268.352,66	268.352,66
Electricidad Santa Marta (Energía)		128.415,50	130.983,81	133.603,49	136.275,56	139.001,07	141.781,09	144.616,71	144.616,71	144.616,71	144.616,71
Electricidad Santa Marta (Potencia)		27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06	27.317,06
Electricidad (Energía)		1.026.002,96	1.046.523,02	1.067.453,48	1.088.802,55	1.110.578,61	1.132.790,18	1.155.445,98	1.155.445,98	1.155.445,98	1.155.445,98
Electricidad (Potencia)		428.370,07	436.937,47	445.676,22	454.589,75	463.681,54	472.955,17	482.414,28	482.414,28	482.414,28	482.414,28
Total Ingresos		1.848.395,08	1.884.816,64	1.921.966,63	1.959.859,62	1.998.510,47	2.037.934,34	2.078.146,69	2.078.146,69	2.078.146,69	2.078.146,69
Costos Variables											
Ceniza de Soda		95.569,86	97.481,26	99.430,89	101.419,50	103.447,89	105.516,85	107.627,19	107.627,19	107.627,19	107.627,19
Cerámico Refractorio		13.826,63	14.103,16	14.385,22	14.672,93	14.966,38	15.265,71	15.571,03	15.571,03	15.571,03	15.571,03
Gas Natural		54.998,78	56.098,76	57.220,73	58.365,15	59.532,45	60.723,10	61.937,56	61.937,56	61.937,56	61.937,56
Agua		33.675,26	34.348,77	35.035,74	35.736,46	36.451,19	37.180,21	37.923,82	37.923,82	37.923,82	37.923,82
Urea		131.387,92	134.015,68	136.696,00	139.429,92	142.218,51	145.062,88	147.964,14	147.964,14	147.964,14	147.964,14
Total Costos Variables		329.458,46	336.047,63	342.768,58	349.623,95	356.616,43	363.748,76	371.023,74	371.023,74	371.023,74	371.023,74
Margen de Contribución		1.518.936,62	1.548.769,01	1.579.198,05	1.610.235,67	1.641.894,04	1.674.185,58	1.707.122,95	1.707.122,95	1.707.122,95	1.707.122,95
Costos Fijos											
Jefe de Planta		40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Jefe de Turnos (3)		45.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Supervisores del Servicio (4)		48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
Operarios (11)		79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00
Mantenion, Reparación y limpieza		133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14
Depreciación											
Depreciación Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Pago de Intereses por Credito		250.121,51	230.235,71	209.355,61	187.431,51	164.411,21	140.239,89	114.860,00	88.211,12	60.229,80	30.849,41
Total Costos Fijos		915.117,79	910.231,99	889.351,89	867.427,79	844.407,49	820.236,17	794.856,28	768.207,40	740.226,08	710.845,69
Total Costos		1.244.576,25	1.246.279,62	1.232.120,47	1.217.051,75	1.201.023,92	1.183.984,93	1.165.880,02	1.139.231,14	1.111.249,82	1.081.869,43
Utilidad antes de Impuestos		603.818,83	638.537,02	689.846,16	742.807,88	797.486,55	853.949,41	912.266,67	938.915,55	966.896,87	996.277,26
Impuestos a la Renta (16.5%)		99.630,11	105.358,61	113.824,62	122.563,30	131.585,28	140.901,65	150.524,00	154.921,07	159.537,98	164.385,75
Utilidad Neta después de Impuestos		504.188,72	533.178,41	576.021,54	620.244,58	665.901,27	713.047,76	761.742,67	783.994,48	807.358,89	831.891,51
Depreciación											
Depreciación de la Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Variación Capital de Trabajo		2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	0,00	0,00	0,00	114.328,52
Valor Residual											3.496.483,53
Inversión Inicial											
Inversión de la Planta		6.588.170,99									
Inversión Capital de Trabajo		102.293,94									
Prestamo		5.002.430,25									
Amortizacion		397.716,09	417.601,90	438.481,99	460.406,09	483.426,39	507.597,71	532.977,60	559.626,48	587.607,80	616.988,19
Flujo de Caja Neto		€ 1.688.034,68	€ 423.865,01	€ 432.968,90	€ 454.931,93	€ 477.230,86	€ 499.867,25	€ 522.842,42	€ 548.163,21	€ 543.766,14	€ 539.149,22

Tasa de Descuento	10,00%
VAN	€ 2.690.121,94
TIR	30,27%

Anexo N°2 Flujo de Caja (5% en los Ingresos)

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Ingresos											
Residuos		262.714,15	267.968,44	273.327,81	278.794,36	284.370,25	290.057,65	295.858,81	295.858,81	295.858,81	295.858,81
Electricidad Santa Marta (Energía)		141.578,09	144.409,65	147.297,84	150.243,80	153.248,68	156.313,65	159.439,92	159.439,92	159.439,92	159.439,92
Electricidad Santa Marta (Potencia)		30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06	30.117,06
Electricidad (Electricidad)		1.131.168,27	1.153.791,63	1.176.867,47	1.200.404,82	1.224.412,91	1.248.901,17	1.273.879,19	1.273.879,19	1.273.879,19	1.273.879,19
Electricidad (Potencia)		472.278,01	481.723,57	491.358,04	501.185,20	511.208,90	521.433,08	531.861,74	531.861,74	531.861,74	531.861,74
Total Ingresos		2.037.855,57	2.078.010,35	2.118.968,21	2.160.745,23	2.203.357,80	2.246.822,61	2.291.156,72	2.291.156,72	2.291.156,72	2.291.156,72
Costos Variables											
Ceniza de Soda		95.569,86	97.481,26	99.430,89	101.419,50	103.447,89	105.516,85	107.627,19	107.627,19	107.627,19	107.627,19
Cerámico Refractario		13.826,63	14.103,16	14.385,22	14.672,93	14.966,38	15.265,71	15.571,03	15.571,03	15.571,03	15.571,03
Gas Natural		54.998,78	56.098,76	57.220,73	58.365,15	59.532,45	60.723,10	61.937,56	61.937,56	61.937,56	61.937,56
Agua		33.675,26	34.348,77	35.035,74	35.736,46	36.451,19	37.180,21	37.923,82	37.923,82	37.923,82	37.923,82
Urea		131.387,92	134.015,68	136.696,00	139.429,92	142.218,51	145.062,88	147.964,14	147.964,14	147.964,14	147.964,14
Total Costos Variables		329.458,46	336.047,63	342.768,58	349.623,95	356.616,43	363.748,76	371.023,74	371.023,74	371.023,74	371.023,74
Margen de Contribución		1.708.397,12	1.741.962,72	1.776.199,63	1.811.121,28	1.846.741,37	1.883.073,85	1.920.132,99	1.920.132,99	1.920.132,99	1.920.132,99
Costos Fijos											
Jefe de Planta		40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Jefe de Turnos (3)		45.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Supervisores del Servicio (4)		48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
Operarios (11)		79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00
Mantenimiento, Reparación y limpieza		133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14
Depreciación											
Depreciación Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Pago de Intereses por Credito		250.121,51	230.235,71	209.355,61	187.431,51	164.411,21	140.239,89	114.860,00	88.211,12	60.229,80	30.849,41
Total Costos Fijos		915.117,79	910.231,99	889.351,89	867.427,79	844.407,49	820.236,17	794.856,28	768.207,40	740.226,08	710.845,69
Total Costos		1.244.576,25	1.246.279,62	1.232.120,47	1.217.051,75	1.201.023,92	1.183.984,93	1.165.880,02	1.139.231,14	1.111.249,82	1.081.869,43
Utilidad antes de Impuestos		793.279,32	831.730,73	886.847,74	943.693,49	1.002.333,88	1.062.837,68	1.125.276,70	1.151.925,58	1.179.906,91	1.209.287,30
Impuestos a la Renta (16.5%)		130.891,09	137.235,57	146.329,88	155.709,43	165.385,09	175.368,22	185.670,66	190.067,72	194.684,64	199.532,40
Utilidad Neta después de Impuestos		662.388,23	694.495,16	740.517,86	787.984,06	836.948,79	887.469,46	939.606,05	961.857,86	985.222,27	1.009.754,89
Depreciación											
Depreciación de la Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Variación Capital de Trabajo		2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	0,00	0,00	0,00	114.328,52
Valor Residual											3.496.483,53
Inversión Inicial											
Inversión de la Planta		6.588.170,99									
Inversión Capital de Trabajo		102.293,94									
Prestamo		5.002.430,25									
Amortizacion		397.716,09	417.601,90	438.481,99	460.406,09	483.426,39	507.597,71	532.977,60	559.626,48	587.607,80	616.988,19
Flujo de Caja Neto	€ 1.688.034,68	€ 582.064,52	€ 594.285,64	€ 619.428,25	€ 644.970,35	€ 670.914,77	€ 697.264,13	€ 726.026,59	€ 721.629,52	€ 717.012,60	€ 4.322.976,89

Tasa de Descuento	10,00%
VAN	€ 3.728.331,79
TIR	38,78%

Anexo N°2 Flujo de Caja (10% en los Ingresos)

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Ingresos											
Residuos		275.224,35	280.728,84	286.343,42	292.070,28	297.911,69	303.869,92	309.947,32	309.947,32	309.947,32	309.947,32
Electricidad Santa Marta(Energía)		148.319,90	151.286,30	154.312,03	157.398,27	160.546,23	163.757,16	167.032,30	167.032,30	167.032,30	167.032,30
Electricidad Santa Marta(Potencia)		31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20	31.551,20
Electricidad (Energía)		1.185.033,42	1.208.734,09	1.232.908,77	1.257.566,95	1.282.718,29	1.308.372,65	1.334.540,11	1.334.540,11	1.334.540,11	1.334.540,11
Electricidad (Potencia)		494.767,43	504.662,78	514.756,04	525.051,16	535.552,18	546.263,23	557.188,49	557.188,49	557.188,49	557.188,49
Total Ingresos		2.134.896,32	2.176.963,22	2.219.871,46	2.263.637,86	2.308.279,60	2.353.814,17	2.400.259,42	2.400.259,42	2.400.259,42	2.400.259,42
Costos Variables											
Ceniza de Soda		95.569,86	97.481,26	99.430,89	101.419,50	103.447,89	105.516,85	107.627,19	107.627,19	107.627,19	107.627,19
Cerámico Refractario		13.826,63	14.103,16	14.385,22	14.672,93	14.966,38	15.265,71	15.571,03	15.571,03	15.571,03	15.571,03
Gas Natural		54.998,78	56.098,76	57.220,73	58.365,15	59.532,45	60.723,10	61.937,56	61.937,56	61.937,56	61.937,56
Agua		33.675,26	34.348,77	35.035,74	35.736,46	36.451,19	37.180,21	37.923,82	37.923,82	37.923,82	37.923,82
Urea		131.387,92	134.015,68	136.696,00	139.429,92	142.218,51	145.062,88	147.964,14	147.964,14	147.964,14	147.964,14
Total Costos Variables		329.458,46	336.047,63	342.768,58	349.623,95	356.616,43	363.748,76	371.023,74	371.023,74	371.023,74	371.023,74
Margen de Contribución		1.805.437,86	1.840.915,59	1.877.102,88	1.914.013,91	1.951.663,17	1.990.065,40	2.029.235,69	2.029.235,69	2.029.235,69	2.029.235,69
Costos Fijos											
Jefe de Planta		40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Jefe de Turnos (3)		45.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Supervisores del Servicio (4)		48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
Operarios (11)		79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00	79.200,00
Mantenion, Reparación y limpieza		133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14	133.398,14
Depreciación											
Depreciación Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Pago de Intereses por Credito		250.121,51	230.235,71	209.355,61	187.431,51	164.411,21	140.239,89	114.860,00	88.211,12	60.229,80	30.849,41
Total Costos Fijos		915.117,79	910.231,99	889.351,89	867.427,79	844.407,49	820.236,17	794.856,28	768.207,40	740.226,08	710.845,69
Total Costos		1.244.576,25	1.246.279,62	1.232.120,47	1.217.051,75	1.201.023,92	1.183.984,93	1.165.880,02	1.139.231,14	1.111.249,82	1.081.869,43
Utilidad antes de Impuestos		890.320,06	930.683,60	987.750,98	1.046.586,12	1.107.255,68	1.169.829,23	1.234.379,40	1.261.028,28	1.289.009,61	1.318.390,00
Impuestos a la Renta (16.5%)		146.902,81	153.562,79	162.978,91	172.686,71	182.697,19	193.021,82	203.672,60	208.069,67	212.686,59	217.534,35
Utilidad Neta después de Impuestos		743.417,25	777.120,81	824.772,07	873.899,41	924.558,49	976.807,41	1.030.706,80	1.052.958,62	1.076.323,02	1.100.855,65
Depreciación											
Depreciación de la Planta		9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14	9.398,14
Depreciación Maquinaria		310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00	310.000,00
Variación Capital de Trabajo		2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	2.005,76	0,00	0,00	0,00	114.328,52
Valor Residual											3.496.483,53
Inversión Inicial											
Inversión de la Planta		6.588.170,99									
Inversion Capital de Trabajo		102.293,94									
Prestamo		5.002.430,25									
Amortizacion		397.716,09	417.601,90	438.481,99	460.406,09	483.426,39	507.597,71	532.977,60	559.626,48	587.607,80	616.988,19
Flujo de Caja Neto	€ 1.688.034,68	€ 663.093,54	€ 676.911,29	€ 703.682,46	€ 730.885,69	€ 758.524,47	€ 786.602,07	€ 817.127,34	€ 812.730,28	€ 808.113,36	€ 4.414.077,65

Tasa de Descuento	10,00%
VAN	€ 4.260.097,81
TIR	43,24%

Anexo N°3 Fuentes de Residuos Sólidos en la Comunidad

Fuente	Instalación, actividades, localizaciones donde se generan	Tipos de residuos
Domestica.	Viviendas aisladas, bloques de baja, mediana y elevada altura, etc. Unifamiliares y multifamiliares.	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, cenizas, hojas de calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, baterías, pilas, aceites, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.
Comercial.	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales (ver párrafo anterior), residuos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales (ver párrafo anterior), residuos peligrosos, etc.
Construcción y demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Maderas, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios Municipales (excluyendo plantas de tratamiento).	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barraduras de la calle, recorte de los árboles, etc.
Plantas de tratamientos incineradoras municipales.	Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Residuos sólidos urbanos.	Todos los citados.	Todos los citados
Industrial.	Construcción, fabricación ligera y pesada, refineras, plantas químicas.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarras etc. Residuos no industriales incluyendo restos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos peligrosos.
Agrícola	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comidas, residuos agrícolas, basuras, residuos peligrosos.

Anexo N°4

Residuos Domiciliarios

Los residuos domiciliarios son desechos o residuos sólidos, semisólidos, líquido o materiales gaseosos que son generados y desechados en su mayoría por parte de individuos, por la actividad domiciliaria o aquellos desechos que no son necesariamente provienen del hogar, pero cuyas características se asimilan a las del material domiciliario, en este caso serían provenientes de operaciones comerciales. Según sus características físicas, se clasifican en:

- **Residuos Orgánicos:** Estos desechos provienen de los seres vivos, por lo que son biodegradables, es decir, tienen la capacidad de fermentar y ocasionar procesos de descomposición.
- **Residuos Inorgánicos:** Esta basura se compone de desechos como latas, botellas, metales, plásticos y otros productos de uso cotidiano de origen industrial, los cuales tardan mucho tiempo en desintegrarse o nunca logran una descomposición, y es por ello que se les llama no biodegradables.
- **Residuos Peligrosos:** Son productos de uso cotidiano en el hogar que contienen componentes peligrosos. Estos pueden ser pinturas, limpiadores, barnices, baterías para automóviles, aceites de motor y pesticidas¹.

¹ Esta definición fue desarrollada por EPA, Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental) de EE.UU.

Residuos de plantas de Tratamiento y otros residuos

Los residuos sólidos y semisólidos de agua, aguas sucias e instalaciones de tratamiento de residuos industriales son llamados *residuos de plantas de tratamiento*. Las características específicas de estos materiales varían, según la naturaleza del proceso de tratamiento.

En la actualidad, su recogida no corre a cargo de la mayoría de las agencias municipales responsables de la gestión de residuos sólidos; sin embargo, los fangos de plantas de tratamiento de aguas sucias con frecuencia son evacuados junto con los RSU en los vertederos municipales. En el futuro, la evacuación de los fangos de plantas de tratamiento probablemente llegará a ser factor importante dentro de cualquier plan de gestión de residuos sólidos.

Los materiales restantes de la incineración de madera, cenizas, carbón coke y otros residuos combustibles son caracterizados como cenizas y rechazos (los residuos de plantas de energía, normalmente no se incluyen en esta categoría porque son manipulados y procesados separadamente). En general, estos rechazos están compuestos por materiales finos y polvorientos: cenizas, escorias de hulla y pequeñas cantidades de los materiales quemados.

Residuos Sólidos Industriales

Los residuos sólidos industriales son desechos o residuos sólidos, semisólidos o algún líquido o gas contenido en un recipiente, resultantes de cualquier proceso industrial, transformación, utilización, consumo, limpieza o combinaciones de estos que no son reutilizables, recuperables o reciclables en el mismo establecimiento industrial.

Por otro lado, los residuos sólidos industriales pueden clasificarse como peligrosos y no peligrosos.

Los Residuos Sólidos Peligrosos: Son aquellos materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que luego de un proceso productivo, transformación, utilización o consumo, su propietario destina a la recuperación o al abandono.

Según la EPA² pueden ser subproductos de procesos de manufactura o simplemente productos comerciales desechados, tal como líquidos para limpiar o pesticidas. Estos productos pueden contener en su composición sustancias en cantidades o concentraciones tales que presenten un riesgo para la salud humana, recursos naturales y medio ambiente.

Específicamente, de acuerdo al sistema de clasificación empleado por la EPA, las siguientes características son consideradas para identificar un desecho peligroso:

² EPA: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)

Inflamabilidad: Un residuo presenta esta característica, si una muestra representativa de él tiene la propiedad (bajo condiciones estándares de presión y temperatura) de inflamarse vigorosa y persistentemente, ya sea por fricción, deshumidificación o cambios químicos espontáneos.

Corrosividad: Un residuo exhibe esta característica, si una muestra representativa del desecho presenta alguna de las siguientes características:

- Un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12,5
- Es capaz de corroer el acero a una tasa mayor de 6,35 [mm] por año a una temperatura de 55 [°C]

Reactividad: Un residuo es reactivo si posee las siguientes propiedades:

- Es comúnmente inestable y adopta violentos e imprevisibles cambios
- durante su detonación.
- Reacciona violentamente con el agua.
- Cuando es expuesto a condiciones de pH entre 2 y 12,5, puede generar
- gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes que pueda
- presentar peligros a la salud humana o al medio ambiente.
- Al ser mezclado con agua genera gases, vapores o humos tóxicos en
- cantidades suficientes para presentar peligros a la salud humana o al
- medio ambiente.
- Es capaz de explotar o detonar si es calentado bajo confinamiento.

Toxicidad: Para observar si un residuo tiene esta característica, debe ser sometido al llamado Test TCLP³. Este Test consiste en la obtención de una muestra de lixiviado de los residuos, el análisis químico del mismo (para un conjunto de elementos y compuestos) y la comparación de las concentraciones encontradas con los límites máximos establecidos por la EPA⁴ para los mismos elementos y compuestos. La Metodología que se utiliza es la descrita en el método 1311 de la EPA (CFR 40, part. 261, Appendix II – Method 1311 – Toxicity Characteristic Leaching Procedure TCLP).

³ Toxicity Characteristic Leaching Procedure

⁴ EPA: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)

El Cuadro 2.1 resume todos los elementos y compuestos propuestos por la EPA para la determinación de la toxicidad de un residuo y los límites máximos permisibles en el lixiviado del mismo obtenido a través del test TCLP.

Cuadro

Concentraciones máximas permisibles

Nombre del Contaminante	Concentraciones (mg/l)	Nombre del Contaminante	Concentraciones (mg/l)
Arsénico	5	Hexaclorobenceno	0,13
Bario	100	Hexaclorobutadieno	0,5
Benceno	0,5	Hexacloroetano	3
Cadmio	1	Plomo	5
Tetracloruro de Carbono	0,5	Lindano	0,4
Clordano	0,03	Mercurio	0,2
Clorobenceno	100	Metoxiclor	10
Cloroformo	6	Metil etil Ketona	200
Cromo	5	Nitrobenceno	2
o-Cresol	200	Pentaclorofenol	100
m-Cresol	200	Piridina	5
p-Cresol	200	Selenio	1
Cresol	200	Plata	5
2,4-D	10	Tetracloroetileno	0,7
1,4-Diclorobenceno	7,5	Toxafeno	0,5
1,2-Dicloroetano	0,5	Tricloroetileno	0,5
1,1-Dicloroetileno	0,7	2,4,5-Triclorofenol	400
2,4-Dinitrotolueno	0,13	2,4,6-Triclorofenol	2
Endin	0,02	2,4,5-TP (Silvex)	1
Heptacloro (Como Hidroxido)	0,008	Cloruro de Vinilo	0,2

Luego, para determinar si un desecho es peligroso debe verificarse, en primer lugar, si aparece en una de las cuatro listas de residuos peligrosos que ha preparado la EPA. (Ver Anexo 1):

Residuos provenientes de fuentes no específicas

Residuos provenientes de fuentes específicas

Productos químicos descartados (Tóxicos agudos y no agudos)

En el caso que el residuo no se encuentre en alguna de estas listas, para afirmar o descartar su peligrosidad se deben llevar a cabo las pruebas de laboratorio y determinar las características anteriormente. La EPA establece, en la subparte C del CFR 40 parte 261, las metodologías específicas para la determinación de tales características.

Residuos Sólidos Hospitalarios

Se define como residuo sólido hospitalario al conjunto de desechos generados en un establecimiento hospitalario, como resultado de las distintas actividades que en él se desarrollen. Sin embargo, el residuo hospitalario no solo está constituido por elementos sólidos, sino que además, incluyen materiales líquidos y semilíquidos que se mezclan con los sólidos. Un ejemplo de lo anterior, lo constituyen los desechos biológicos tales como la placenta, la cual tiene un alto contenido de líquido.

Una de las características importantes de los residuos hospitalarios es su heterogeneidad, característica que es consecuencia de la amplia gama de actividades complementarias a la atención médica que se desarrolla en el interior de un hospital.

Desde el punto de vista del manejo de los residuos sólidos hospitalarios interesa especialmente clasificar estos desechos de acuerdo a su carácter infeccioso. Es por esto que la EPA, recomienda establecer como mínimo seis categorías de residuos infecciosos.

Residuos Biológicos

Cultivos y Cepas: Cultivos y cepas de agentes infeccioso y biológicos, incluyendo cultivos de laboratorios médicos, patológicos; Cultivos y cepas de agentes infecciosos producto de laboratorios de investigación y de la industria; vacunas vencidas, con un bajo potencial; envases para cultivos y aparatos usados para su manipulación.

Desechos patológicos: Son desechos humanos incluyendo tejidos orgánicos, partes humanas y fluidos corporales que sean removidos durante la cirugía, autopsia u otros procedimientos, incluyendo las muestras para análisis.

Desechos sanguíneos y sus derivados: Son desechos de sangre humana líquida, materiales sanguíneos y materiales que fueron saturados con sangre humana, que están coagulados, incluyendo suero, plasma y otros componentes sanguíneos y sus recipientes, los cuales hayan sido usados o destinados para el cuidado de un paciente, análisis o restos de laboratorios y también las bolsas intravenosas.

Desechos animales: Son restos de animales contaminados o partes del cuerpo y ropa de cama usados por estos mismos, que hayan sido expuestos a agentes infecciosos durante investigaciones, (incluyendo investigaciones en hospitales veterinarios)

Desechos de Aislamiento

Son desechos biológicos, excreciones, exudados o materiales de desechos que se encuentran contaminados con sangre o secreción. Estos desechos son los provenientes de las salas de aislamiento de pacientes que portan enfermedades altamente transmisibles y también los animales aislados.

Residuos Médico-Quirúrgicos

Residuos Cortopunzantes: Son objetos afilados que hayan sido usados en procedimientos a humanos o animales o en su cuidado; en laboratorios o en industria de investigación médica, se incluye: Bisturí, agujas por vía venosa con el entubador adherido. También se incluyen otros tipos de cristalería, entera o no, que hubiese estado en contacto con agentes infecciosos.

Residuos Cortopunzantes no utilizados: Son todos aquellos objetos afilados que hayan sido desechados y no empleados. Estos desechos son los mismos que los anteriormente mencionados.

Residuos de procedimiento: Son todos los desechos empleados en cualquier intervención, es decir, Algodones, gasas, vendajes, apósitos, vendas, etc. En este caso no se toman en cuenta los de las salas de asilamiento.

Residuos de Alimentos

Son todos los provenientes de los residuos que dejan los enfermos y personal, como también los restos de preparación, que se generan en los desayunos, almuerzos y comidas de cualquier hospital.

Residuos Incombustibles

Estos residuos son un conjunto de desechos que no se reducen al ser incinerados, como por ejemplo, objetos de metal, vidrio, etc.

Residuos Comunes

Estos desechos provienen de las labores administrativas (papeles, cartones, restos de lápices, etc.)

Residuos Químicos

Son los que corresponden a reactivos tales como metanol, alcohol etílico, éter, formaldehído y otros.

Residuos Radiactivos

Todos estos desechos provienen de los procedimientos de inmunoanálisis como de radioterapia. En este caso se destacan como los mas utilizados el Iodo 125 y 131 el tecnecio 99 m.

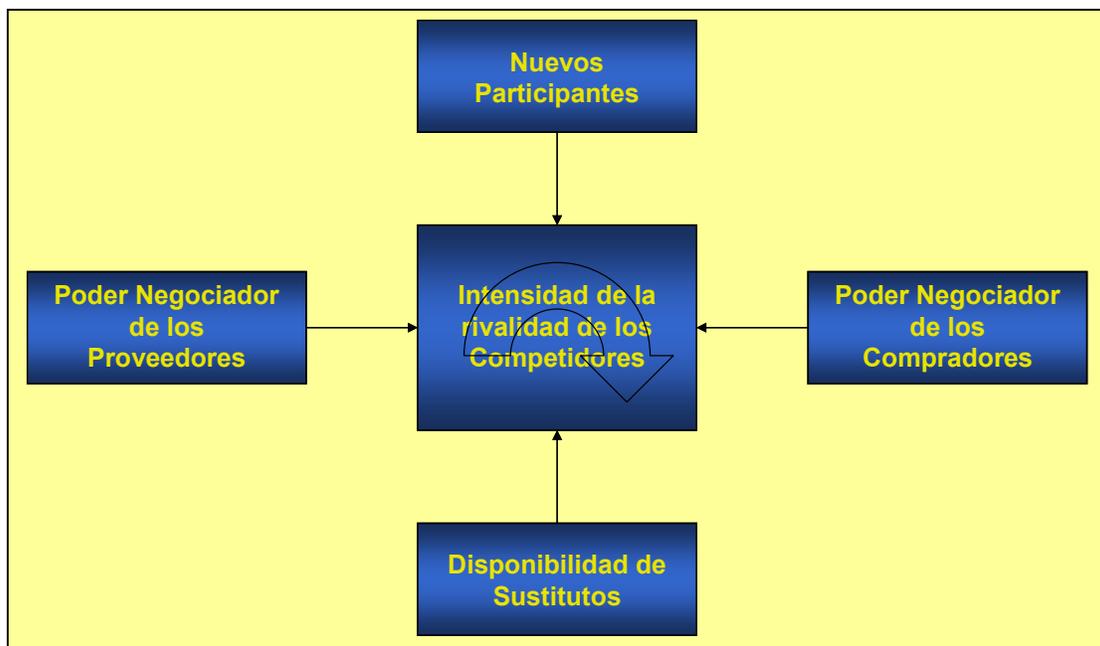
Anexo N°6 Análisis de la Industria de los Residuos Sólidos

La esencia de la formulación de una estrategia competitiva consiste en relacionar a una empresa con su medio ambiente. La situación de la competencia en un sector industrial o de servicio depende de cinco fuerzas competitivas básicas. (Ver figura N° 4.1). Éste postula que existen cinco fuerzas que conforman típicamente la estructura de la industria:

- Intensidad de la rivalidad entre los competidores.
- Amenaza de nuevos entrantes.
- Amenaza de sustitutos.
- Poder de negociación de los compradores.
- Poder de negociación de los proveedores

La acción conjunta de estas fuerzas determina la rentabilidad potencial en el sector industrial, donde el potencial de utilidades se mide en términos del rendimiento a largo plazo del capital invertido.

Figura N° 4.1
Cinco Fuerzas de Michael E.Porter



Fuente: Elaboración Propia

El enfoque de éste análisis se centrará en la industria de la disposición final, que se refiere a la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios. Sin embargo, este análisis se desarrollará de manera introductora, abarcando los aspectos más significativos, ya que más adelante se realizará un análisis acabado de la situación.

Situación actual de los eventuales competidores

En la actualidad, la disposición final de los RSD de la Región Metropolitana, se efectúan en los rellenos sanitarios Loma los Colorados, administrado por la empresa Kiasa – Demarco (KDM); Santa Marta, Administrado por el consorcio Santa Marta S.A. y Santiago Poniente.

Estas empresas poseen contratos con el 98% de las Municipalidades de la Región Metropolitana, cobran una tarifa diferenciada a las Municipalidades y particulares, debido a que los particulares depositan una menor cantidad de residuos y a su vez, los rellenos sanitarios pueden negociar con cada uno de sus clientes privados en forma distinta. Las tarifas están determinadas por el tonelaje, de acuerdo a una tarificación preestablecida en la etapa de adjudicación de la concesión del relleno sanitario cuyos valores se representan en las tablas N° 1.1 y 1.2

Tabla N° 1.1
Tarificación de Disposición Final de Residuos

Particulares

Horario	(\$ / Tonelaje)
Bajo	10.539
Alto	13.550

Fuente: Antecedentes proporcionados por la Gerencia de Operaciones de KDM

Municipalidades con contrato

Horario	(\$ / Tonelaje)
Todos los Horarios	6.483.01(*) y 5.986.41(**)

Fuente: Antecedentes proporcionados por la Gerencia de Operaciones de KDM

* Valor que se cobra en pesos por recibir los desechos en el Relleno Sanitario

** Valor que se cobra en pesos por recibir los desechos en las estaciones de Transferencia

Estos valores¹ son los que la Empresa Kiasa – Demarco (KDM) cobra a los respectivos clientes, tales como los particulares y las Municipalidades que poseen contrato.

Tabla N° 1.2
Tarificación de Disposición Final de Residuos
Particulares

Rango de Tonelaje	(\$ / Tonelaje)
0 - 50	12.000
50 - 200	8.000
200 - 500	7.500
500 - 1000	7.000
1000 y más	6.680

Fuente: Valores proporcionados por Santa Marta S.A.

Estos valores² son cobrados por la empresa Santa Marta S.A, tanto a los particulares como a las Municipalidades.

Por otro lado, la rivalidad entre los competidores no es agresiva, debido a que poseen contratos con municipalidades determinadas y a su vez no poseen las instalaciones necesarias para abarcar la totalidad del mercado, ya que cada uno de los rellenos poseen una capacidad determinada que no es posible de aumentar y/o modificar de manera tan fácil, ya que existen normativas legales.

Situación actual de los eventuales nuevos participantes

Respecto del mercado existente actualmente en la disposición final en rellenos sanitarios, es posible afirmar que existen altas barreras de entrada, pues se requiere una alta inversión inicial (en el caso del relleno sanitario de Loma los Colorados, su inversión fue de US\$ 20 millones, mas US\$ 4 millones anuales por 20 años), pero principalmente barreras legales, permisos municipales y oposición ciudadana por parte de los vecinos que habitan las vecindades de los supuestos lugares en que estarían situados los rellenos sanitarios.

¹ Estos valores corresponden al valor neto, es decir que no llevan el impuesto al valor agregado

² Estos valores corresponden al valor neto, es decir que no llevan el impuesto al valor agregado

Por otro lado, existe un grado de diferenciación, debido a que existe una identificación de marca, debido a que estas empresas han estado operando desde hace casi 30 años y siendo las únicas que se encuentran en la actualidad y por ende, los únicos lugares donde poder desechar los residuos para su disposición final. Sin embargo, las empresas particulares tomarán la decisión al menor costo posible para ellas, no importándoles lo que ocurra con sus desechos. Con respecto a las Municipalidades, existen contratos a largo plazo con estos rellenos, existiendo una diferenciación, puesto que en las licitaciones se especifican las características que deben tener, para poder participar en ellas.

Los Distribuidores

Los distribuidores, aquellos que permitan acceder a las municipalidades a través de licitaciones al servicio de recolección y transporte. En la actualidad estas empresas de servicio, hacen llegar los desechos de cada comuna a los rellenos sanitarios correspondientes. Sin embargo, cada comuna genera su proceso de licitación de manera independiente, imponiendo cada municipio sus condiciones particulares respecto a la manera en que será entregado el servicio por parte de los licitantes, en lo que se refiere a los turnos con que se operará, la forma de organizar el recorrido, características básicas de los camiones, número de camiones, etc.

En función de las características antes nombradas, las diferentes empresas que ganen las licitaciones, van a ofrecer a cada municipalidad propuestas diferentes dependiendo del caso.

La variable que más influirá en el precio ofrecido por las empresas, será el número de camiones³. Mientras mas grande sea la superficie de la comuna y mas lejos esté del destino final que haya que llevar los desechos, mayor será el número de camiones que habrá que usar y, por lo tanto, las empresas tendrán mayores costos. Cada comuna tendrá asignada un número fijo de camiones.

En el mercado de recolección y transporte en la Región Metropolitana operan 12 empresas, que no se diferencian por la calidad, pues estas solamente requieren cumplir con condiciones básicas que se encuentran estipuladas en las bases técnicas de cada licitación. Por ejemplo, que no exista filtración de olores ni de líquidos percolados en el transcurso del trayecto.

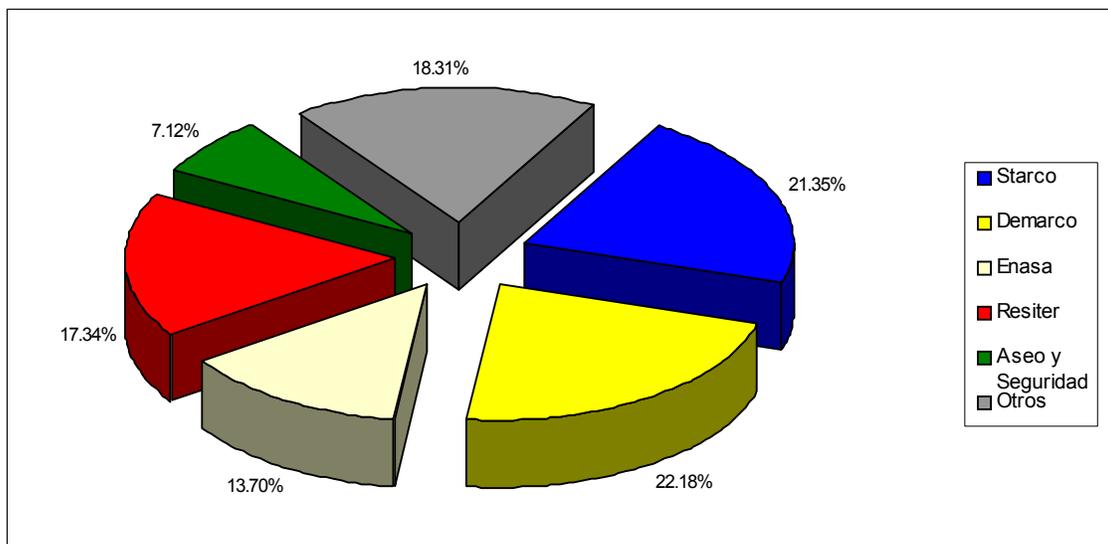
Esto se debe a que la decisión de la empresa que se adjudicará dicha licitación será, una vez que haya pasado la evaluación técnica, por precio.

Lo anterior explica que si una de estas empresas agrega valor a su servicio (diferenciándose de sus competidores), no se adjudicaría la licitación, debido a que incurrirá en costos mayores, lo que haría aumentar el precio a cobrar por el servicio.

³ Fuente: Gerencia de Operaciones de Starco

La participación relativa de las empresas en función del tonelaje recolectado y transportado se representa en el gráfico N° 4.1. En conjunto Starco y Demarco poseen un 43,53% del total, con un 21,35% y 22,18% respectivamente. Las empresas restantes poseen un 14% cada una. Cabe destacar que las empresas Starco y Demarco, se encuentran relacionadas, razón por la cual el dictamen 997 de la Ley Antimonopolio del 15 de diciembre de 1995, establece que en su conjunto no pueden tener un crecimiento en su participación de mercado, pues de ser así, podrían en el futuro ejercer poder monopólico en el mercado de la recolección y transporte, no permitiendo la entrada de nuevos participantes y produciendo un aumento en las tarifas.

Gráfico N° 1.1
Participación de Mercado
Empresas de recolección y Transporte de Residuos



Fuente: Elaboración Propia, con información proveniente de la Gerencia de Operaciones de Starco

Análisis de los clientes

Los clientes que se consideran para este análisis serán todas las comunas (Municipalidades) de la Región Metropolitana, que en rigor, podría ser cualquier comuna que produzca residuos sólidos.

Existe 51 comunas en la Región Metropolitana que necesitan botar sus desperdicios en algún lugar autorizado. La decisión de disposición de sus desechos se realiza de manera que produzcan el menor costo posible para ellas que se ve reflejado en el precio que pagarán por la contratación de este servicio. Esto significa que el lugar se seleccionara de manera de minimizar los costos de recolección y transporte, ya que este representa entre un 70 y 80% del costo total.

El financiamiento por este servicio se realiza a través del cobro de una tarifa trimestral fija a los usuarios residentes, a través del cobro de las contribuciones o en forma directa en el caso de personas exentas del impuesto territorial. En el caso de los locales comerciales se cobra en forma semestral a través de las patentes comerciales.

El valor de la tarifa anual se determina dividiendo el costo total anual del servicio por el total de usuarios, entendiéndose por tales los predios destinados a viviendas (exentas o no exentas) enroladas por la Dirección General de Impuestos Internos y las patentes comerciales afectas al cobro del servicio.

$$Tarifa = \frac{CostoTotal}{(N^{\circ}Usuarios + N^{\circ}patentes)}$$

Actualmente, en todos los Municipios se considera como costo total del servicio (numerador del cuociente) al costo histórico del año anterior actualizados por el IPC.

Sustitutos

En la actualidad existen alrededor de 300 vertederos y botaderos ilegales que no son contemplados por la autoridad correspondiente (SESMA, CONAMA, COREMA), lo que indica que serian los únicos sustitutos posibles para esta industria analizada.

Costos Fijos:

Gastos de recolección y transporte: pago del servicio a terceros. Los contratos son de suma alzada y por lo tanto, constituyen un costo fijo. Una excepción es el caso de la Municipalidad de de La Reina donde este costo, constituye un costo variable ya que su contrato es de pago por tonelada recogida y transportada.

Costos Variables:

Gasto en disposición final de la basura: comprende los del relleno sanitario y otros sistemas como estaciones de transferencia.

Calculo del costo de transporte

El numero de camiones diarios a utilizar, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{N}^\circ \text{ de Camiones} = \frac{\text{Total de basura al mes} \times 1,5}{30,4 \text{ (días de un mes promedio)} \times \text{carga de un camión (9,6 ton)}}$$

A su vez un camión cobra un precio de \$3.000.000 + IVA al mes, funcionando 8 horas diarias, lo que implica \$ 12.336 por hora.

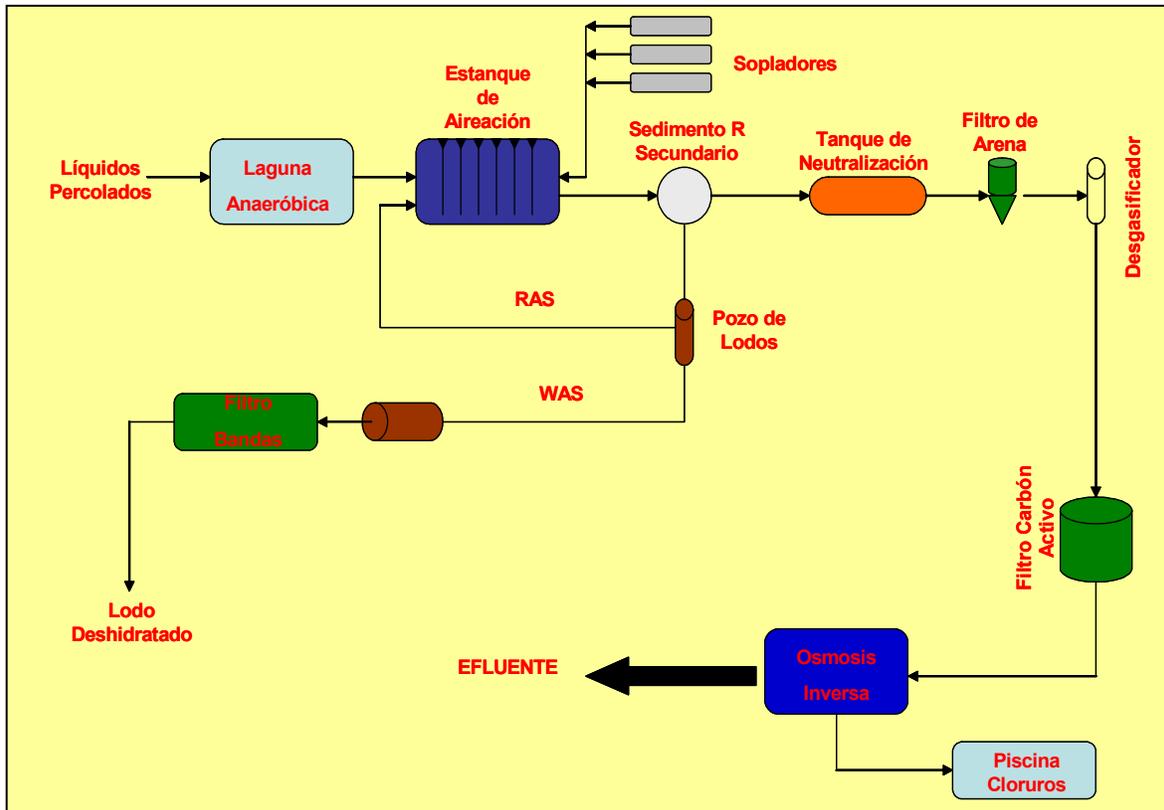
Para determinar la cantidad a cobrar por la distancia entre la comuna y la disposición final de la basura por parte del camión, se determina el numero de horas extras por hacer ese recorrido, que se calcula según la siguiente formula:

$$\text{Km. Recorrido por camión} = \text{Kilometraje desde el centro} \times 1,8 \text{ de gravedad de la comuna}$$

La velocidad promedio de un camión es de 25 Km/hr. Si se divide los kilometrajes recorridos por camión por la velocidad promedio, se obtiene el número de horas invertidas en hacer el recorrido entre la comuna y el lugar de deposición de los residuos. Si este último se multiplica por el cobro de un camión por hora y por el número total de camiones a utilizar, se obtiene lo que la empresa de recolección y transporte le cobra en total por día a las municipalidades por depositar la basura fuera de su comuna. Si lo anterior se divide por las toneladas de basura producida en un intervalo de tiempo, se obtiene el costo de transporte por tonelada de basura.

Anexo N°6 Flow Sheet de la Planta de Tratamiento de Riles del Relleno Sanitario

Loma Los Colorados - KDM



Normas Constitucionales

- **Derecho a la vida:** Consagrado en el artículo 19, N°1 de la Constitución Chilena del año 1980: Garantizar a todos los habitantes del país el derecho a la vida y a la integridad física y síquica de las personas, de manera que no sufran deterioro o menoscabo.
- **Derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación:** Acreditado en el artículo 19, N°8 de la Constitución Política de la Republica: Avalar el derecho de vivir en un ambiente libre de contaminación, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.
- **Derecho a la protección de la salud:** Descrito en el artículo 19, N°9 de la Constitución: Acreditar a todas las personas del país el derecho a la salud y el Estado tiene la obligación de entregarles la atención primaria necesaria.
- **Derecho a desarrollar cualquier actividad económica:** Expuesto en el artículo 19, N°21 de la Constitución Chilena: Derecho a que cualquier persona a desarrollar cualquier tipo de actividad económica, siempre y cuando no realice actividades ilícitas.
- **Derecho a la propiedad:** Artículo 19, N°24, inciso segundo de la Constitución Política: esta ley establece las limitaciones y obligaciones que se puede imponer al derecho de propiedad y que deriven de su función social.

- **Deber del estado de respetar y promover los derechos esenciales del hombre:** se encuentra en el artículo 5, inciso segundo de la Constitución: Esta disposición establece que es deber del estado respetar y promover los derechos esenciales del hombre garantizándolos por la constitución y por los tratados internacionales.
- **Principios de supremacía de la norma constitucional y principios de legalidad:** Se describe en el artículo 6 y 7: Estos principios disponen que los organismos de la administración del Estado deben someter su acción a la Constitución y a las leyes, deben actuar dentro de su competencia y no tendrán mas atribuciones que las que expresamente les haya conferido el ordenamiento jurídico.

Normas Legales

- a) **Ley Orgánica Constitucional de Municipales:** Ley N°18.695: En el artículo 3 establece que corresponde a las municipalidades como funciones privativas, entre otras, las de aseo y ornato de la comuna así como también la planificación y regulación urbana de la misma. En el artículo 4 expresa que las municipalidades pueden desarrollar directamente o con otros Órganos de la administración del Estado, funciones relacionadas con la protección del medio ambiente. El artículo 20 regula las funciones que corresponden a la unidad de obras municipales, dentro de las cuales se encuentran la de aplicar normas legales y técnicas para prevenir el deterioro ambiental.

b) **Ley sobre las Bases del Medio Ambiente:** En su título II, denominado “De los instrumentos de Gestión Ambiental” contempla el “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental” (SEIA). En el artículo 10 se indica los proyectos que entrarán obligatoriamente al sistema, entre los cuales se destacan:

- Proyectos de desarrollo minero, comprendiendo la disposición de residuos y estériles (letra i);
- Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radiactivas, inflamables, corrosivas o reactivas (letra ñ);
- Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento o disposición de residuos industriales líquidos o sólidos (letra o);

1. El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental prevé que los proyectos sean calificados ambientalmente mediante dos mecanismos:

- Declaración del Impacto Ambiental (DIA), procedimiento expedito que asume la forma de “Declaración jurada” del proponente del proyecto, en la cual se declara que el proyecto cumple y se ajusta a todas las exigencias legales ambientales vigentes (artículo 18), y
- El Estudio de Impacto Ambiental (EIA), procedimiento más complejo que requiere de la elaboración de un estudio con ciertos contenidos mínimos, y que permite obtener de las autoridades sectoriales, en caso de calificarse en forma positiva el proyecto desde el punto de vista ambiental, todos los permisos que sean de carácter ambiental (artículo 11).

2. El artículo 9 señala que la DIA o el EIA se deben presentar en la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) o en la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).
 3. El artículo 24 dispone que la resolución califica positiva o negativamente un EIA o una DIA. Si es positiva ningún organismo del Estado puede negar las autorizaciones pertinentes.
- c) **Decreto Ley N° 2.763, de 1979, modificado por la ley N° 18.122:** Este cuerpo legal que reorganiza el Ministerio de Salud, establece que, entre otras funciones, corresponde a dicho Ministerio formular y fijar las políticas de salud, dictar normas generales sobre materias técnicas, administrativa y financieras. Este Servicio de Salud debe ejercer todas las atribuciones que el Código Sanitario le entrega a la materia.
- d) **Código Sanitario:** Este código es el principal conjunto de normas que rige las materias de carácter sanitario y establece ciertas disposiciones que tienen que ver con la gestión y manejo de los residuos sólidos de cualquier índole. Además, establece que corresponde a las Municipalidades, en el orden sanitario, entre otras facultades la de “recolección, transportar y eliminar por métodos adecuados, a juicio del Servicio Nacional de Salud, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía pública.

Normas para etapas del manejo de los residuos (Reglamentarias)

El manejo de los residuos sólidos, como ya se ha señalado, comprende diferentes etapas, tales como: Almacenamiento, recolección, transporte y destino final. Es necesario determinar cuál es la normativa existente actualmente para cada una de estas etapas, para después señalar.

En primer lugar, es conveniente referirse a las autorizaciones e informes previos que se requieren para la instalación, construcción y funcionamiento de una industria que, supuestamente, generará residuos sólidos.

En estos casos las autorizaciones que impone la legislación chilena son las que a continuación se describen:

- Autorización de la municipalidad respectiva.
- Autorización para el cambio de uso del suelo (Otorgado por el Servicio Agrícola y Ganadero).
- Autorización e informe previo del Servicio de Salud.
- Declaración ante la autoridad sanitaria correspondiente.
- Resolución favorable de evaluación de Impacto Ambiental.

Luego de haber mencionado los requisitos y autorizaciones previas, las normativas aplicables a las diferentes etapas del manejo de residuos sólidos, son las siguientes:

1. **Generación:** Existe una norma que se refiere a esta etapa y que explica el tema de manejo, control y seguimiento de los residuos sólidos domiciliarios, es la resolución N° 5.081 de 1993, del Servicio de Salud del Medio Ambiente (SESMA) y que solo es aplicable a la Región Metropolitana. Esta resolución establece un sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos, esto para obtener información sobre la calidad y cantidad de los residuos que se generan y, a la vez, para determinar su destino final.

2. **Almacenamiento:** El Código Sanitario en su artículo 78, indica que un reglamento fijará las condiciones de saneamiento y de seguridad relativas a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios. (este reglamento aún no ha sido dictado). En el artículo 80 de este mismo código, establece que corresponde a la autoridad sanitaria dar la autorización y debe vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación de basura y desperdicio de cualquier clase.

3. **Recolección y Transporte:** Se establece en el Código Sanitario en su artículo 81, que cualquier clase de basura o desperdicio y que dispone que “los vehículos y sistemas de transporte de materiales que, a juicio del Servicio Nacional de Salud, puedan significar un peligro o molestia a la población y el transporte de basura o desperdicio de cualquier naturaleza, deberán reunir los requisitos que señale dicho servicio el que, ejercerá vigilancia sanitaria sobre ellos”.

También, en la Resolución N° 3.276, de 1977, del Ministerio de Salud, que aprueba las normas que regulan el transporte de desechos orgánicos provenientes de lugares de fabricación y/o elaboración de alimentos susceptibles a ser empleados en la crianza y engorda de animales.

Por otro lado, el Decreto Supremo N° 75 de 1987, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, establece que los vehículos que transporten desperdicios, arena, ripio, tierra y otros materiales, ya sea sólidos o líquidos, que pueden escurrirse y caer al suelo, deberán estar contruidos de tal manera que ello no ocurra por causa alguna.

4. Tratamiento: Los lugares destinados al tratamiento de residuos sólidos domiciliarios deben considerar una serie de normas jurídicas que establecen requisitos para su funcionamiento.

- El Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 1989, del Ministerio de Salud, en el artículo N° 1 dispone que requiere de autorización sanitaria para la instalación y el funcionamiento de obras destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos.
- Los artículos N° 71, 72 y 79 del Código Sanitario, establecen que cualquier proyecto que proceda a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, será necesario la aprobación previa del proyecto por la autoridad sanitaria.
- La Resolución N° 5.081 del SESMA, que fue indicada anteriormente.
- La Ley 19.300 y su reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que se indica en las Normas legales anteriormente descritas.
- El Decreto Supremo N° 745, de 1992, del Ministerio de Salud, que exige la autorización sanitaria para el tratamiento de residuos dentro de un predio Industrial o lugar de trabajo.

- La Resolución N° 1.215, de 1978, del Ministerio de Salud, prohíbe la quema de residuos sólidos o cualquier otro material combustible a cielo abierto en áreas rurales, radio urbano, vía pública y recintos privados.

5. Disposición Final: La normativa que se refiere a la disposición final de residuos sólidos comprende normativas prohibitivas y regulatorias.

Las normas regulatorias se refieren fundamentalmente a la disposición final en rellenos sanitarios. Las regulaciones de los rellenos sanitarios se centran en los requisitos de instalación, localización, funcionamiento y vigilancia. Entre ellas se encuentra el Decreto Supremo N° 745, de 1992, del Ministerio de Salud, la resolución N° 5.081, los artículos 71 y 80 del Código Sanitario, el artículo N° 25 del Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 1989, Las resoluciones N° 2.444, N° 4.560, de 1967, N° 7539, de 1976 del Ministerio de Salud, el Decreto Supremo N° 4.740, de 1947, y la resolución N° 4.560, de 1967, del Ministerio de Salud. Sin embargo, se debe cumplir con los requisitos exigidos en el Plan Regulador.

Anexo N°8 Mapa de Ubicación de la Planta



Anexo N°9 Mapa Geográfico del SING

MAPA DE RECURSOS ELÉCTRICOS Sector Eléctrico

Sistema Interconectado
del Norte Grande

REFERENCIAS

Lineas k-V

500

345

220

154

110

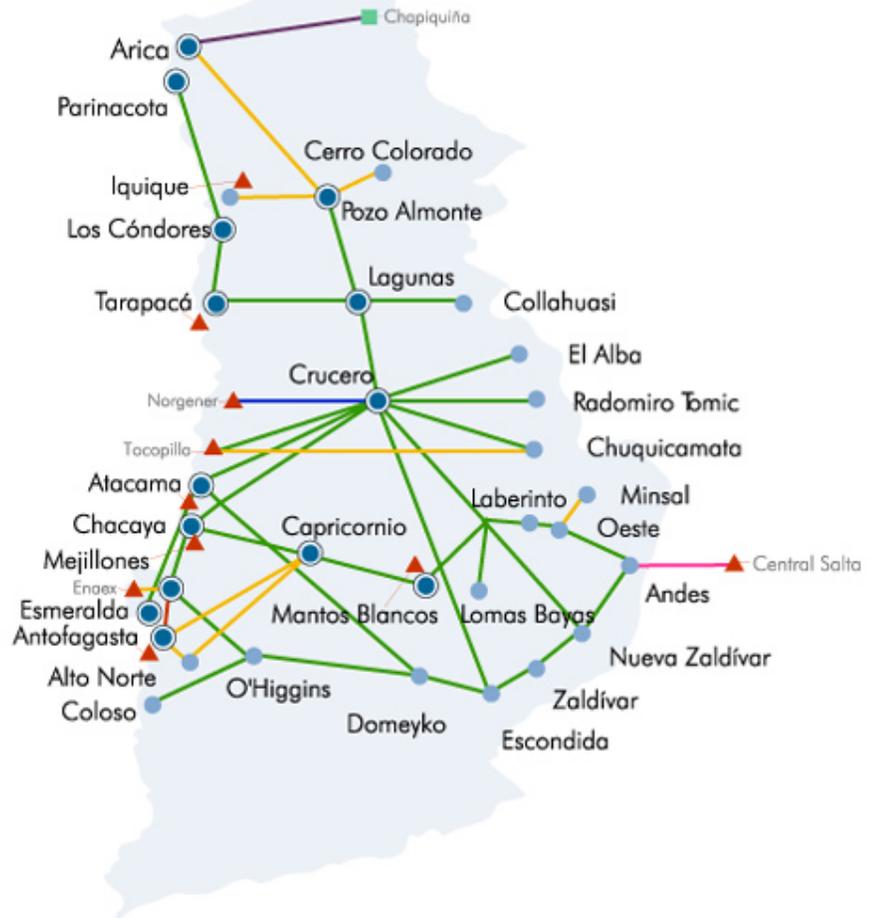
66

Centrales
Hidroeléctricas

Centrales
Termoeléctricas

Nudo

Subestación



Anexo N°10 Mapa Geográfico del SIC

CDEC-SIC Sistema Interconectado Central



*Autorizada a circular por Decreto N° 208 del 2 de agosto de 2002 de la Dirección General de Telecomunicaciones del Sector. La red de transmisión de alta tensión de Chile es un sistema de transmisión de líneas de transmisión que se maneja y mantiene Chile, no perteneciente al sistema de transmisión de Chile de acuerdo con el artículo 2° del Decreto DFL N° 10.000 del 10 de febrero de 1980 de la Presidencia de la República. Santiago.

MAPA DE RECURSOS ELÉCTRICOS Sector Eléctrico

Sistema Interconectado
Central

REFERENCIAS

Lineas k-V

500

345

220

154

110

66

Centrales
Hidroeléctricas

Centrales
Termoeléctricas

Nudo

Subestación



MAPA DE RECURSOS ELÉCTRICOS

Sector Eléctrico

Sistema Interconectado Central

REFERENCIAS

Líneas k-V

500

345

220

154

110

66

Centrales Hidroeléctricas

Centrales Termoeléctricas

Nudo

Subestación



MAPA DE RECURSOS ELÉCTRICOS Sector Eléctrico

Sistema Interconectado
Central

REFERENCIAS

Lineas k-V

500

345

220

154

110

66

Centrales
Hidroeléctricas

Centrales
Termoeléctricas

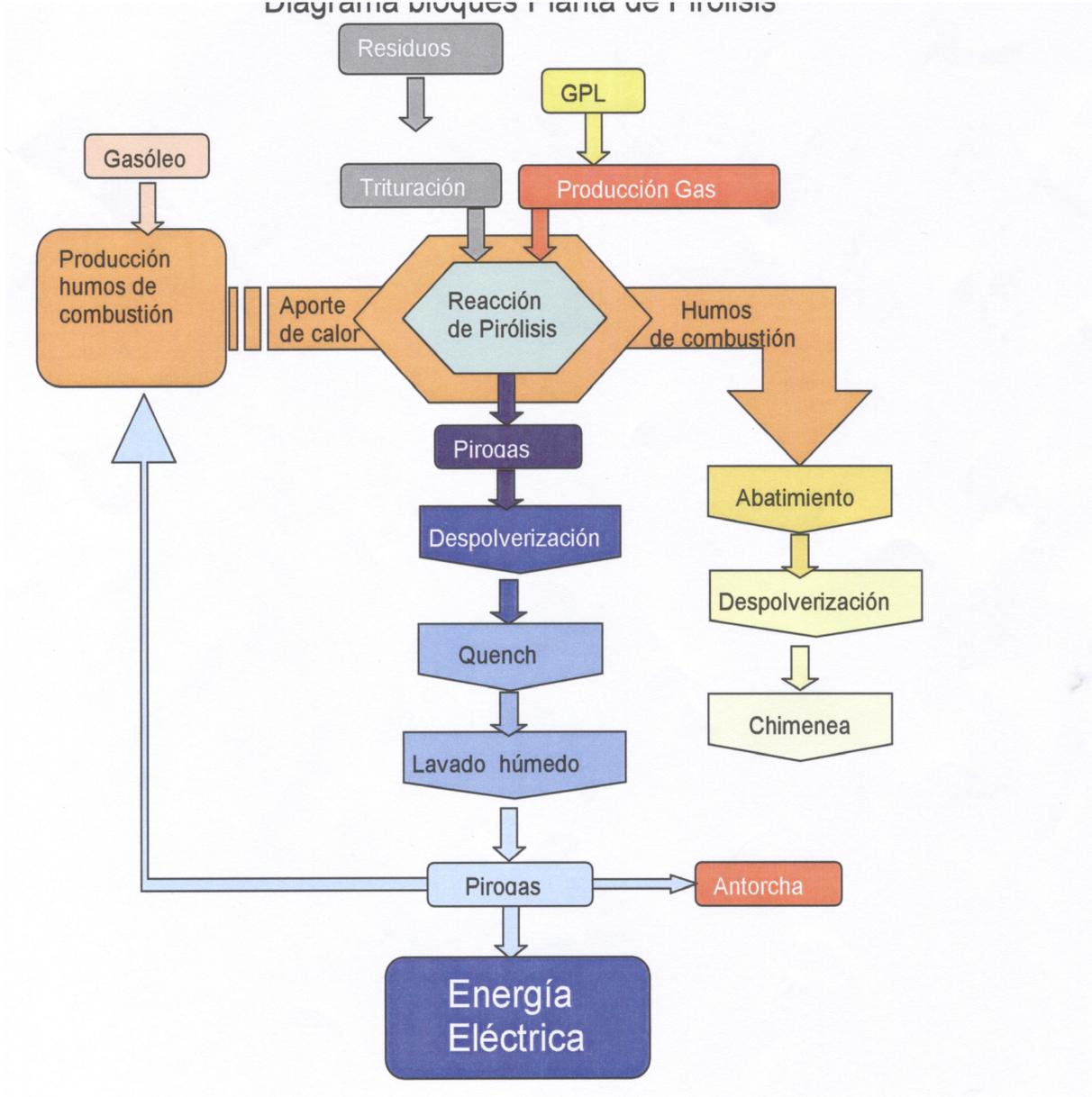
Nudo

Subestación

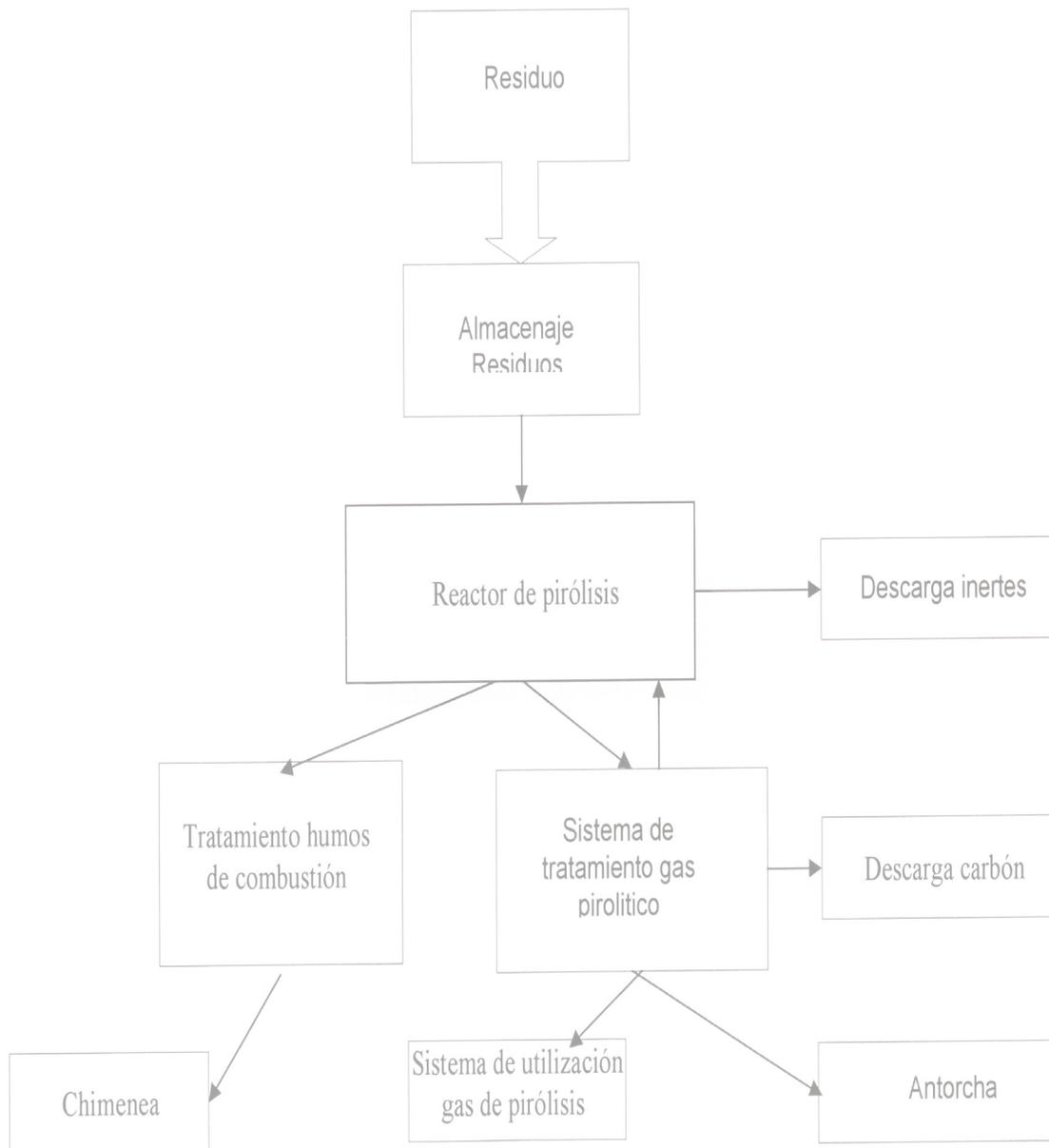


Anexo N°11 Diagrama de Bloque

Diagrama bloques Planta de Pirólisis



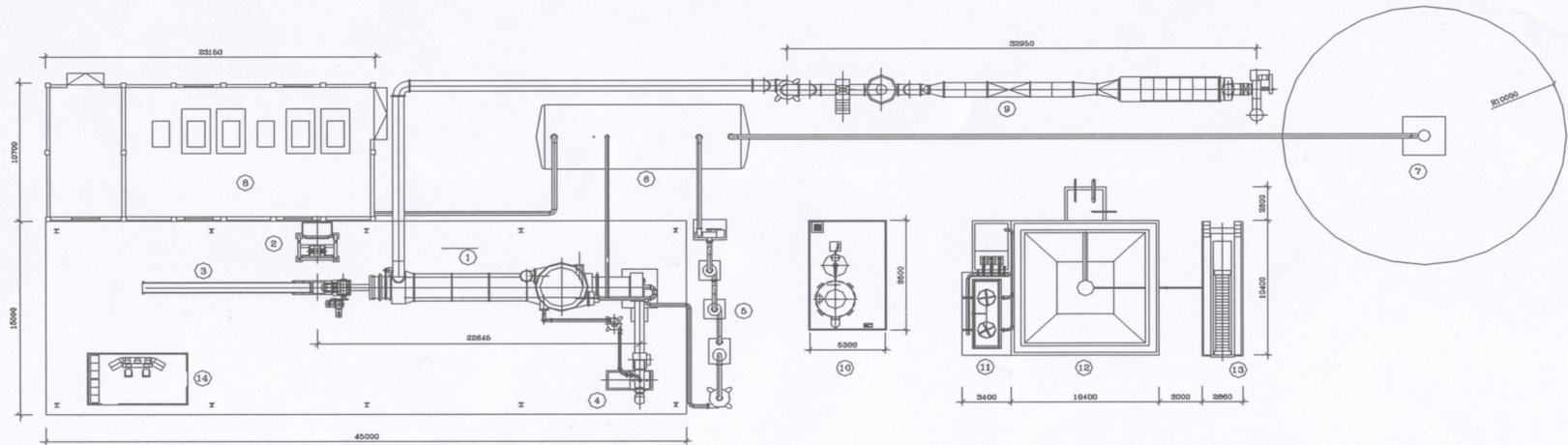
Anexo N°12 Diagrama de Bloque



Anexo N°13 Planta de Pirolisis



Anexo N°14 Lay-Out Planta de Pirolisis

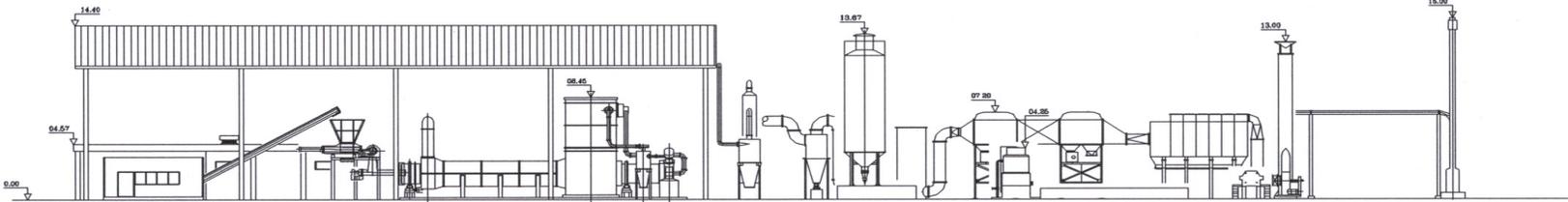


PLANT CAPACITY : 4000 Kg/h

LAY-OUT

1	Pyrolysis reactor
2	Mobile skip
3	Continuous belt
4	Inert extraction unit
5	Pyrolysis gas treatment and cleaning unit
6	Pyrolysis gas storing tank
7	Torch
8	Co-generator system
9	Fume treatment, purification and discharge
10	Lime mixing tower
11	Cooling tower
12	Decanter
13	Pressure filter
14	Control station

Anexo N°15 Elevación de la Planta



PLANT CAPACITY : 4000/8000 Kg/h

ELEVATION