



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PLAN DE NEGOCIO PLANTA DE TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO DE
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS**

JUAN EMILIO FUENTEALBA BAHAMONDES

**PROFESOR GUÍA:
JORGE ALBERTO LARA BACCIGALUPPI**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ANTONIO AGUSTÍN HOLGADO SAN MARTÍN
MARCO ANTONIO CORREA DELGADO**

**SANTIAGO DE CHILE
2018**

RESUMEN

PLAN DE NEGOCIO PLANTA DE TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

En este trabajo se efectúa un plan de negocios para el diseño de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, que permita mediante procesos mecánicos y biológicos, recuperar recursos que generen valor comercial y permitan disminuir la cantidad de residuos a disponer en rellenos sanitarios y vertederos. La gestión de los RSU es una problemática actual que mantiene a los actores relevantes expectantes, tanto del mundo público como del privado, acerca de posibles contribuciones que permitan disminuir la cantidad de residuos que se derivan a los rellenos sanitarios.

La metodología utilizada para el desarrollo de este plan, contempla un análisis general del contexto nacional y la descripción del mercado asociado a los residuos sólidos, la comprensión de la cadena de valor y la formulación de una propuesta de valor para los inversionistas y clientes de la planta, una investigación de mercado, la formulación de una estrategia de operación y un análisis de factibilidad del negocio.

Entre los principales resultados, se encuentra el segmento objetivo de clientes, en concreto, la selección de la Municipalidad de Ñuñoa, quien constantemente demuestra interés en gestionar eficientemente los residuos sólidos generados por sus habitantes. Se estima la cantidad de residuos tratados por la planta y la cantidad de materiales recuperados por ésta, lo que permite proyectar ingresos y costos asociados al funcionamiento de la TMB. Se incluye también una descripción de los principales procesos de la planta, así como una evaluación de rentabilidad para el período seleccionado, las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del contexto en que se desenvuelve y, finalmente, las principales líneas estratégicas para su operación.

La principal conclusión es que, dadas las condiciones del mercado ligado a los residuos sólidos, iniciativas como la planta TMB, con una tarifa similar a la cobrada por rellenos sanitarios, no resultan rentables desde el punto de vista de un privado. Para que esta alternativa de tratamiento sea rentable, la tarifa de servicios debe rondar los \$25.000 por tonelada. Además, dados los altos montos de inversiones necesarias, se requiere un modelo mixto, el cual financie la inversión con recursos públicos y la operación se concesione a un privado. Considerando dicho modelo, con una operación equivalente a 32 años y con una tasa de descuento del 8,37%, el Valor Actual Neto de las Inversiones asciende a \$684 millones aproximadamente.

Finalmente, para el éxito de este proyecto, se requiere que industrias que puedan utilizar los rechazos de una planta TMB, como combustibles sólidos recuperados, adapten sus tecnologías a fin de aprovecharlos como insumos para sus procesos.

Dedicatoria

Carla,

Tu amor y comprensión fueron el pilar fundamental de estos dos arduos años de trabajo y dedicación.

Agradecimientos

Agradezco a todos mis compañeros y profesores, quienes sin duda alguna hicieron de este tan esperado perfeccionamiento una experiencia única e inigualable.

A mi equipo de trabajo, quienes entendieron la importancia que este desafío significa para mí y me brindaron todo su apoyo para concretarlo.

También a nuestras familias que, a pesar de estar lejos, constantemente nos alientan, a Carla y a mí, a ser cada día mejores.

Y a Carla, mi bella esposa, quien guio mis esfuerzos en este proyecto, con su infinito amor y alegría.

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Descripción de la organización | 1 |
| 3. Descripción del mercado | 3 |
| 3.1. Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Chile | 3 |
| 3.2. Instalaciones de valorización y eliminación de Residuos Sólidos | 5 |
| 3.3. Valorización y eliminación de Residuos Sólidos | 5 |
| 4. Descripción del tema a abordar y las preguntas claves a responder | 6 |
| 4.1. Motivación del tema | 6 |
| 4.2. Preguntas claves | 7 |
| 5. Alcance | 8 |
| 6. Objetivos y Factores Críticos de Éxito. | 8 |
| 6.1. Objetivo General | 8 |
| 6.2. Objetivos Específicos | 8 |
| 6.3. Factores Críticos de Éxito | 9 |
| 7. Análisis Externo | 9 |
| 7.1. Descripción general del contexto nacional | 10 |
| 7.2. Análisis del entorno de la industria | 11 |
| 8. Análisis Interno | 11 |
| 8.1. Propuesta de Valor | 11 |
| 8.1.1. Cadena de Valor de los Residuos Sólido Urbanos | 11 |
| 8.1.2. Descripción y selección de tecnologías para valorización de RSU | 12 |
| 8.1.2.1. Selección de la alternativa tecnológica para valorización a evaluar | 13 |
| 8.1.3. Análisis de experiencias TMB | 14 |
| 8.1.4. Modelo Canvas para la propuesta de negocio | 17 |
| 8.1.5. Propuesta de Valor - Planta TMB | 17 |
| 8.2. Estrategia de Marketing | 18 |
| 8.2.1. Estrategia Global de Marketing | 19 |
| 8.2.1.1. Análisis de los segmentos | 19 |
| 8.2.1.2. Análisis de los segmentos objetivos | 20 |
| 8.2.1.3. Análisis del posicionamiento | 31 |
| 8.2.2. Estrategia de Marketing Operativo | 32 |
| 8.2.2.1. Análisis de productos | 32 |
| 8.2.2.2. Análisis de precio | 33 |
| 8.2.2.3. Análisis de plazas | 35 |
| 8.2.2.4. Análisis de promoción | 38 |
| 8.3. Estrategia de Operación | 39 |
| 8.3.1. Descripción de los principales procesos de la planta | 39 |
| 8.3.1.1. Recepción, descarga y almacenamiento temporal de los RSU | 39 |
| 8.3.1.2. Acondicionamiento de los RSU previo a los tratamientos | 40 |

| | | |
|----------|---|----|
| 8.3.1.3. | Tratamiento mecánico de los RSU | 40 |
| 8.3.1.4. | Tratamiento biológico de los RSU | 44 |
| 8.3.1.5. | Traslado de los materiales valorizables y de los no recuperados | 44 |
| 8.3.2. | Modelo de gestión de la planta | 45 |
| 8.3.3. | Infraestructura y maquinarias definidas para la operación | 46 |
| 8.4. | Estrategia Financiera..... | 48 |
| 8.4.1. | Crecimiento de la población y generación per cápita de RSU | 48 |
| 8.4.2. | Proyección de cantidades de RSU tratados por la planta..... | 48 |
| 8.4.3. | Precios de Tratamiento de RSU y materiales recuperados por la planta ... | 49 |
| 8.4.4. | Ingresos por venta | 50 |
| 8.4.5. | Costos de la planta | 50 |
| 8.4.5.1. | Arriendo de terreno | 51 |
| 8.4.5.2. | Costo de operación tratamiento mecánico y reciclables..... | 51 |
| 8.4.5.3. | Costo de operación tratamiento biológico | 51 |
| 8.4.5.4. | Costo de disposición final de residuos no recuperados | 51 |
| 8.4.5.5. | Costos totales de la planta | 52 |
| 8.4.5.6. | Inversiones para implementación de la planta | 52 |
| 8.5. | Análisis de Factibilidad | 52 |
| 8.5.1. | Flujo de Caja Operacional | 52 |
| 8.5.2. | Evaluación de Proyecto Planta TMB | 53 |
| 8.5.3. | Análisis de Sensibilidad de la Evaluación del Proyecto | 57 |
| 8.6. | Estrategia Financiera y Análisis de Factibilidad – Enfoque Alternativo..... | 57 |
| 8.6.1. | Ingresos por venta – Enfoque Alternativo | 58 |
| 8.6.2. | Costos de la planta – Enfoque Alternativo | 58 |
| 8.6.3. | Inversiones para implementación de la planta – Enfoque Alternativo..... | 59 |
| 8.6.4. | Flujo de Caja Operacional – Enfoque Alternativo | 59 |
| 8.6.5. | Evaluación de Proyecto Planta TMB – Enfoque Alternativo | 60 |
| 8.6.6. | Análisis de Sensibilidad – Evaluación del Proyecto – Enfoque Alternativo. | 62 |
| 8.6.7. | Comparación Enfoque Inicial – Enfoque Alternativo..... | 62 |
| 8.7. | Análisis FODA | 63 |
| 8.7.1. | Análisis Interno - Fortalezas y Debilidades | 63 |
| 8.7.1.1. | Fortalezas..... | 63 |
| 8.7.1.2. | Debilidades..... | 63 |
| 8.7.2. | Análisis Externo – Oportunidad y Amenazas..... | 64 |
| 8.7.2.1. | Oportunidades..... | 64 |
| 8.7.2.2. | Amenazas | 64 |
| 8.8. | Plan Estratégico..... | 65 |
| 8.8.1. | Estructura Organizacional | 65 |
| 8.8.1.1. | Descripción de funciones | 66 |
| 8.8.2. | Lineamientos generales del Plan Estratégico de la planta TMB | 68 |
| 8.8.2.1. | Visión..... | 68 |
| 8.8.2.2. | Misión | 68 |
| 8.8.2.3. | Objetivos Estratégicos..... | 68 |
| 8.8.2.4. | Mapa Estratégico | 72 |
| 8.8.2.5. | Planes de Acción..... | 73 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 8.8.2.6. | Listado de Indicadores Estratégicos..... | 74 |
| 8.9. | Conclusiones | 75 |
| 8.10. | Bibliografía..... | 78 |
| 9. | Anexos..... | 81 |
| 9.1. | Anexo 1 - Descripción general del contexto nacional | 81 |
| 9.1.1. | Demográfico | 81 |
| 9.1.2. | Sociocultural | 83 |
| 9.1.3. | Económico..... | 85 |
| 9.1.4. | Político Legal | 86 |
| 9.1.5. | Tecnológico | 88 |
| 9.2. | Anexo 2 – Análisis del entorno de la industria | 89 |
| 9.2.1. | Poder de negociación de los compradores..... | 89 |
| 9.2.2. | Poder de negociación de los proveedores..... | 92 |
| 9.2.3. | Amenaza de productos sustitutos..... | 93 |
| 9.2.4. | Amenaza de nuevos competidores..... | 94 |
| 9.2.5. | Rivalidad entre competidores | 96 |
| 9.3. | Anexo 3 – Descripción de tecnologías para valorización de RSU | 97 |
| 9.3.1. | Plantas de Compostaje..... | 97 |
| 9.3.2. | Plantas de Clasificación de Materiales Reciclables | 98 |
| 9.3.3. | Planta de Tratamiento Mecánico Biológico..... | 100 |
| 9.3.4. | Biometanización | 101 |
| 9.3.5. | Combustibles Sólidos Recuperados | 102 |
| 9.3.6. | Incineración | 103 |
| 9.3.7. | Cogeneración de electricidad | 104 |
| 9.4. | Anexo 4 – Marco Conceptual | 104 |
| 9.5. | Anexo 5 – Metodología..... | 106 |
| 9.6. | Anexo 6 – Entrevistas Semiestructuradas | 111 |
| 9.7. | Anexo 7 – Flujos e Indicadores de Rentabilidad..... | 118 |
| 9.8. | Anexo 8 – Flujos e Indicadores de Rentabilidad – Enfoque Alternativo..... | 120 |
| 9.9. | Anexo 9 – Instalaciones de Disposición Final de RSU | 122 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Composición de Residuos Sólidos en Chile, año 2009. | 4 |
| Tabla 2. Precios Papel - Centro de Compras | 28 |
| Tabla 3. Muestra de tarifas de disposición final de RSU, | 34 |
| Tabla 4. Matriz Multicriterio para selección de localización de la planta TMB. | 36 |
| Tabla 5. Alternativas arriendo de terrenos uso industrial disponibles para planta TMB. | 38 |
| Tabla 6. Proyección de la cantidad y composición de los RSU tratados por la planta ... | 48 |
| Tabla 7. Proyección cantidad y composición - materiales recuperados por la planta | 49 |
| Tabla 8. Precio promedio de compra de materiales | 50 |
| Tabla 9. Ingreso tratamiento de RSU y venta materiales recuperados por la planta..... | 50 |
| Tabla 10. Costo por tratamiento de RSU en la planta | 52 |
| Tabla 11. Monto de Inversiones Brutas Planta TMB | 52 |
| Tabla 12. Ingresos de la planta | 53 |
| Tabla 13. Cálculo Capital de Trabajo | 54 |
| Tabla 14. Montos de Inversión Neta, Planta TMB | 55 |
| Tabla 15. Montos de Inversión Total, Planta TMB..... | 55 |
| Tabla 16. Proporción de financiamiento de la inversión | 55 |
| Tabla 17. Cálculo del préstamo financiero para la inversión | 55 |
| Tabla 18. Variables modelo CAPM | 56 |
| Tabla 19. Variables para cálculo del WACC | 56 |
| Tabla 20. Cálculo depreciación de maquinarias y obras civiles de la planta | 56 |
| Tabla 21. Valor Actual Neto del Proyecto..... | 56 |
| Tabla 22. Análisis de Sensibilidad – Tarifa de Tratamiento de RSU Planta TMB..... | 57 |
| Tabla 23. Ingresos de la planta – Enfoque Alternativo | 58 |
| Tabla 24. Costo por tratamiento de RSU en la planta – Enfoque Alternativo | 59 |
| Tabla 25. Monto de Inversiones Brutas Planta TMB – Enfoque Alternativo | 59 |
| Tabla 26. Ingreso tratamiento de RSU y venta materiales recuperados por la planta.... | 59 |
| Tabla 27. Cálculo Capital de Trabajo – Enfoque Alternativo | 60 |
| Tabla 28. Montos de Inversión Total, Planta TMB..... | 60 |
| Tabla 29. Proporción de financiamiento de la inversión | 61 |
| Tabla 30. Cálculo del préstamo financiero para la inversión | 61 |
| Tabla 31. Variables para cálculo del WACC | 61 |
| Tabla 32. Valor Actual Neto del Proyecto..... | 61 |
| Tabla 33. Análisis de Sensibilidad – Variables Críticas Enfoque Alternativo..... | 62 |
| Tabla 34. Comparación Evaluación Enfoque Inicial – Enfoque Alternativo | 62 |
| Tabla 35. Proyección de Población por Región para Chile, años 2002 a 2050..... | 81 |
| Tabla 36. Proyección de Población Urbana por Región para Chile, años 2002 a 2050. | 82 |
| Tabla 37. Proyección de Población Rural por Región para Chile, años 2002 a 2050. | 82 |
| Tabla 38. Superficie territorial por Región para Chile..... | 83 |
| Tabla 39. Ingreso medio mensual total de los hogares, según Región | 86 |
| Tabla 40. Estimación de Residuos Sólidos Urbanos generados, año 2014. | 90 |
| Tabla 41. Comunas con la mayor cantidad generada de RSU, año 2014..... | 90 |
| Tabla 42. Generación de Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos, año 2014. | 91 |
| Tabla 43. Muestra de empresas compradoras de materiales reciclados en Chile. | 92 |
| Tabla 44. Instalaciones de Disposición Final de RSU por región, año 2012 | 96 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ejemplo de cadena de un proceso para una | 3 |
| Figura 2. Generación de Residuos Sólidos en Chile, años 2001 al 2009..... | 4 |
| Figura 3. Cifras de Valorización de Residuos Sólidos en Chile, año 2009..... | 6 |
| Figura 4. Cifras de Eliminación de Residuos Sólidos en Chile, año 2009. | 6 |
| Figura 5. Esquema tradicional asociado a Cadena de Valor de RSU. | 12 |
| Figura 6. Esquema de los procesos de la TMB de Bilbao..... | 15 |
| Figura 7. Vista aérea de la TMB de Bilbao..... | 15 |
| Figura 8. Planta TMB Norte III – Buenos Aires..... | 16 |
| Figura 9. Modelo Canvas – Planta de Tratamiento Mecánico Biológico de RSU..... | 17 |
| Figura 10. Esquema propuesto para la Cadena de Valor de RSU con la planta TMB. .. | 18 |
| Figura 11. Flota de camiones recolectores de RSD, | 22 |
| Figura 12. Personal y vehículos destinados al Programa de Reciclaje en Ñuñoa..... | 24 |
| Figura 13. Camión recolector de residuos reciclables de la | 25 |
| Figura 14. Banner campaña Santiago Recicla, Municipalidad de Cerrillos. | 26 |
| Figura 15. Actividades de reciclaje empresa Gerdau AZA. | 28 |
| Figura 16. Contenedores SOREPA..... | 29 |
| Figura 17. Punto Verde RECUPAC..... | 29 |
| Figura 18. Planta de Cemento, Empresa BSA, Quilicura, Región Metropolitana. | 30 |
| Figura 19. Cadena de valor de la planta TMB y sus principales procesos. | 32 |
| Figura 20. Localización Rellenos Sanitarios de la Región Metropolitana. | 37 |
| Figura 21. Puertas de entrada de camiones con RSU al área de almacenamiento | 40 |
| Figura 22. Trómel separación de RSU | 41 |
| Figura 23. Operarios recuperando material reciclable en mesa transportadora..... | 41 |
| Figura 24. Trómel desgarramiento. | 42 |
| Figura 25. Separado Balístico de RSU..... | 43 |
| Figura 26. Camión transportador de residuos, contenedor abierto. | 45 |
| Figura 27. Organigrama Planta de Tratamiento Mecánico Biológico. | 65 |
| Figura 28. Mapa Estratégico – Objetivos Estratégicos – Planta TMB. | 72 |

1. Introducción

La gestión tradicional de los residuos sólidos provenientes de los hogares y otros asimilables, llamados urbanos, consiste en la recolección de estos en sus puntos de generación, traslado en camiones adecuados para optimizar el transporte y luego la disposición final en instalaciones adecuadas para tal fin. Pero dicho enfoque tradicional, ha sido cuestionado ampliamente durante los últimos años, puesto que excluye la creación de valor entorno a estos residuos, los cuales históricamente nunca han sido considerados como un recurso.

Dicho problema ha sido ampliamente analizado alrededor del mundo, desencadenando en las últimas décadas, una serie de estudios y proyectos enfocados al planteamiento de soluciones que contribuyan a la reutilización, reducción y reciclaje de estos recursos, involucrando a la mayor cantidad de actores posibles. Con el objeto de destinar la menor cantidad posible de desechos a las instalaciones de disposición final, se han planteado soluciones que incluyen alternativas de separación de residuos, tanto en el origen como instalaciones adecuadas para ello, que permitan sacar del circuito de la basura a materiales que pueden revalorizarse mediante la reutilización y/o el reciclaje.

Lo anterior sin duda presenta atractivos beneficios para el medio ambiente, aunque estos no siempre se encuentran alineados con aspectos económicos, los cuales incentiven a inversionistas a desarrollar actividades económicas entorno a este sector.

Por esta razón, el presente planteamiento tiene por objeto explorar la factibilidad de esta iniciativa, planteando además un plan de negocios que contemple una solución factible para abordar la problemática actual de la gestión de los residuos sólidos urbanos, principalmente a través de la reducción de estos, mediante tratamientos mecánicos y biológicos, lo cual reduzca la cantidad de basura que es dispuesta en rellenos sanitarios.

2. Descripción de la organización

Una Planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) es un tratamiento previo a la disposición final en rellenos sanitarios, efectuado a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)¹, el cual contempla el tratamiento biológico de la fracción orgánica de los residuos en conjunto con actividades mecánicas destinadas a separar la fracción inorgánica de estos. Entre los objetivos de una planta TMB se encuentran la separación de materiales inorgánicos para reciclar y de material orgánico para tratar y disminuir su volumen, con la meta de obtener productos comercializables y también minimizar la cantidad de residuos dispuestos en rellenos sanitarios. Los principales beneficios son la menor cantidad de RSU dispuestos en las instalaciones de disposición final, lo que contribuye a la disminución de impactos ambientales tales como la contaminación de los terrenos y acuíferos aledaños a estas infraestructuras, menores emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, disminución de vectores sanitarios y prolongación de la

¹ También llamados Residuos Sólidos Domiciliarios y sus Asimilables. En general, en adelante serán nombrados indistintamente residuos sólidos urbanos, residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos, desechos y/o, simplemente, residuos.

vida útil de estas instalaciones, lo cual permite disminuir la necesidad de ampliación o construcción de nuevos rellenos.

Este tipo de tratamiento, puede aplicarse sobre RSU sin segregación previa, es decir, directamente sobre los residuos que transportan los camiones que prestan los servicios de recolección y traslados de éstos. Puesto que en dichos camiones se trasladan RSU que contemplan fracciones orgánicas e inorgánicas (como plásticos, vidrios y otras), previo al tratamiento biológico mencionado, los RSU pueden ser sometidos a un proceso mecánico que contempla actividades como desgarramiento de las bolsas plásticas u otras que los contengan, así como procesos de tamizados para efectuar la separación de los residuos en diversos tamaños. Lo anterior, permite clasificar para su posterior aprovechamiento, los diversos tipos de residuos, con lo cual es posible obtener materiales con potencial comercial, que permitan obtener ingresos para solventar la operación de la planta.

Una Planta TMB puede presentar las siguientes ventajas para el medio ambiente:

- Reducción del volumen a disponer con el fin de minimizar el tamaño del relleno sanitario o prolongar su vida útil.
- Reducción de la actividad biológica de la fracción orgánica de los RSU que permitan disminuir en el relleno sanitario las cantidades de emisión de biogás.
- Reducción de la concentración de los contaminantes en los lixiviados que pueden contaminar acuíferos.
- Generación de electricidad a partir del aprovechamiento térmico de la fracción con alto valor calorífico y/o con las emisiones capturadas de biogás.

Por otro lado, productos que se pueden obtener de una TMB:

- Materiales reciclables como metales, papel, plásticos, vidrios etc.
- Combustibles Sólidos Recuperados (CSR) tanto procedentes de la fracción orgánica como de la inorgánica, que puede ser utilizado como reemplazo de los tradicionales combustibles fósiles utilizados en los procesos de industrias como la del cemento y/o en la de generación de electricidad.
- Materiales no aprovechables preparados para su disposición segura, con un mayor nivel de compactación, puesto que la fracción orgánica se encuentra minimizada.
- Bonos de carbono.

Por último, algunas ventajas adicionales pueden ser:

- El material a disponer es prácticamente inerte.
- Disminución de las cantidades a disponer pueden alcanzar hasta un 90%, lo cual puede aumentar dependiendo de la tecnología y la intensidad con la cual esta se utilice y la existencia de mercado para comercializar los diversos materiales recuperados.
- Reutilización de lixiviados en el proceso.
- Ambiente más seguro en rellenos sanitarios, puesto que la disminución de biogás disminuye directamente el riesgo de incendios y/o explosiones.

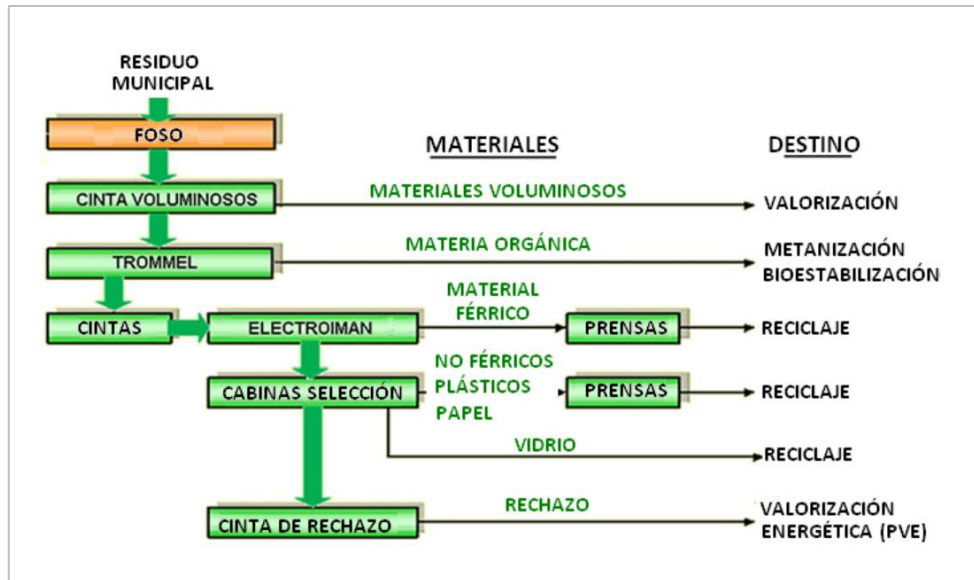


Figura 1. Ejemplo de cadena de un proceso para una Planta de Tratamiento Mecánico Biológico.

Fuente: <http://www.teresa.cat/es/>

Oportunidades de Negocio:

- Ingresos por venta de servicio de Tratamiento Mecánico – Biológico a Municipalidades y empresas generadoras de residuos sólidos que contengan tanto fracciones orgánicas como inorgánicas, separadas o mezcladas.
- Venta de materiales reciclables.
- Potencial venta de bonos de carbono.

3. Descripción del mercado

3.1. Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Chile

De acuerdo al “Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile”², en el año 2009, la generación que se estimó respecto a la cantidad generada de Residuos Sólidos a nivel país fue de 16,9 millones de toneladas. Dicha cifra, está compuesta a su vez por 6,5 millones de toneladas correspondientes a Residuos Sólidos Municipales (RSM) y 10,4 millones correspondientes a Residuos Sólidos Industriales.

² Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, Año 2010

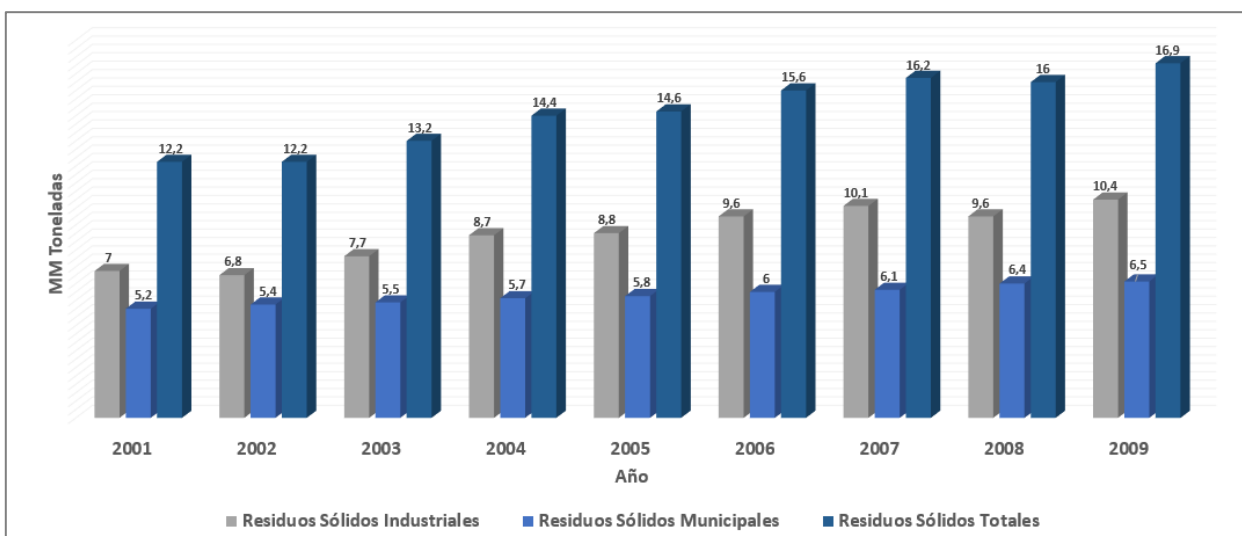


Figura 2. Generación de Residuos Sólidos en Chile, años 2001 al 2009.

Fuente: Elaboración propia con información del Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010.

El crecimiento experimentado en la generación total de residuos sólidos en Chile, desde el año 2000 al 2009, correspondió a un 42% aproximadamente. En cuanto a los residuos sólidos municipales, la tasa de crecimiento para dicho período corresponde aproximadamente a un 27,5%. Para el año 2009, en promedio en Chile, un habitante generaba 384 kg de residuos sólidos al año, lo cual, según lo comentado en el reporte mencionado anteriormente, se encontraba por debajo de los 550 kg promedio por habitante al año, de los países miembros de la OCDE.

Por otro lado, la tasa de recolección de los residuos sólidos municipales, para el año 2009, se encontraba en un 95% de cobertura, incluyendo los residuos urbanos, semiurbanos y rurales, lo cual se traduce en alrededor de 6,2 millones de toneladas recolectadas.

En cuanto a la composición de los RSM en el año 2009, se puede comentar que un 53,3% correspondía a materia orgánica, mientras que el porcentaje restante, principalmente correspondía a papeles/cartones y plásticos.

Tabla 1. Composición de Residuos Sólidos en Chile, año 2009.

| Tipo de Residuo | Composición (%) |
|--------------------|-----------------|
| Papeles y Cartones | 12,4 |
| Textiles | 2,0 |
| Plásticos | 9,4 |
| Vidrios | 6,6 |
| Metales | 2,3 |
| Materia Orgánica | 53,3 |
| Otros | 14,0 |

Fuente: Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, año 2009.

Respecto a los otros tipos de residuos sólidos, se puede comentar que, en el año 2009, los residuos sólidos industriales alcanzaban las 10,4 millones de toneladas, de las

cuales un 56% aproximadamente provenían del sector de la construcción, 18% del sector manufacturero y un 15% del sector agrícola/forestal.

En el caso de los residuos peligrosos (definidos como residuos con características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad), en el año 2009 se generaban aproximadamente 249 mil toneladas, de las cuales 22,6 mil toneladas correspondían a la categoría residuos de las operaciones de eliminación de residuos, otras 19,7 mil toneladas correspondían a residuos de aceites minerales, 13,1 mil toneladas de residuos alquitranados de la refinación/destilación, 10,6 mil toneladas a residuos de producción y solventes orgánicos y, en su gran mayoría, en la categoría “otros residuos peligrosos” alrededor de 178 mil toneladas.

3.2. Instalaciones de valorización y eliminación de Residuos Sólidos

En el año 2009, se tenían registro 137 instalaciones que se dedicaban a la valorización de residuos sólidos. Dichas instalaciones se podían categorizar en 3 tipos: reciclaje, compostaje y co-incineración. Un 80% de dichas instalaciones correspondían a la categoría reciclaje, mientras que un 14% a compostaje y el restante 6% a co-incineración.

Por otro lado, las instalaciones de eliminación de residuos (también llamadas instalaciones de disposición final de residuos sólidos), en el año 2009 alcanzaban las 180, entre la cuales contaban 114 rellenos sanitarios y vertederos, 62 basurales y 4 incineradoras sin recuperación de energía.

3.3. Valorización y eliminación de Residuos Sólidos

Para aquel año, el desarrollo de mercados dedicados a la valorización de Residuos Sólidos Municipales había experimentado un crecimiento relevante, contemplando iniciativas que se dedicaban a reciclar materiales como cartón/papel, vidrio, plásticos y metales. También se contaban con cifras, aunque si bien no muy elevadas, si alentadoras en cuanto al compostaje de la fracción de materia orgánica. En el año 2009, alrededor de 24 mil toneladas de residuos inorgánicos se reciclaban a través de las iniciativas correspondientes, mientras que 28,6 mil toneladas de material orgánico se valorizaban a través de la obtención de compost.

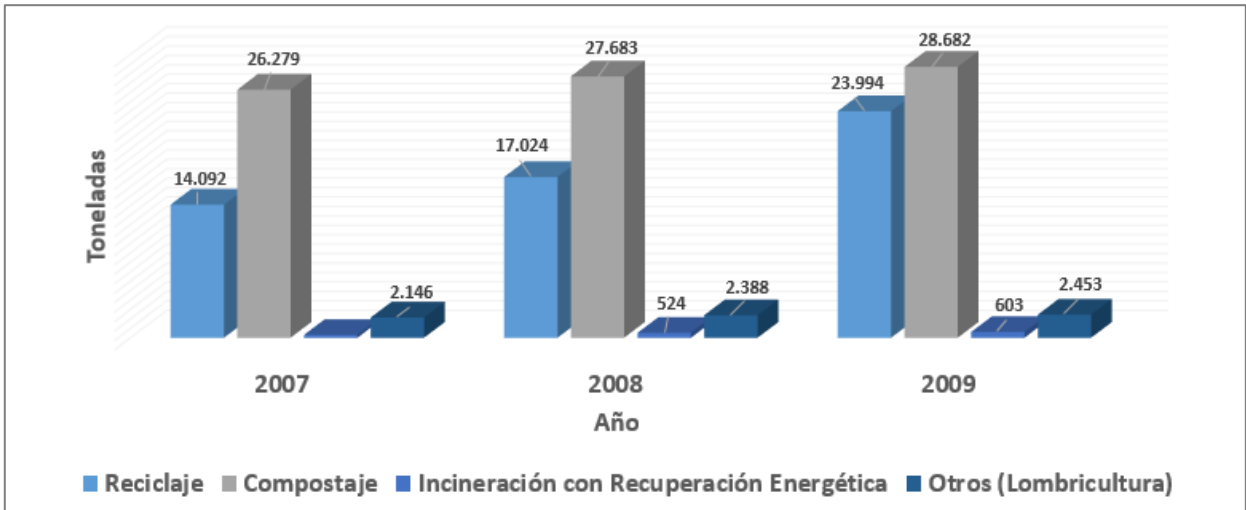


Figura 3. Cifras de Valorización de Residuos Sólidos en Chile, año 2009.
Fuente: Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile

Sin embargo, las cifras correspondientes a la eliminación o disposición final de Residuos Sólidos Municipales, son abrumadoramente más elevadas. En el año 2009, 5,5 millones de toneladas de residuos sólidos se disponían en rellenos sanitarios y/o vertederos, mientras que otras 549 mil toneladas se destinaban a basurales.

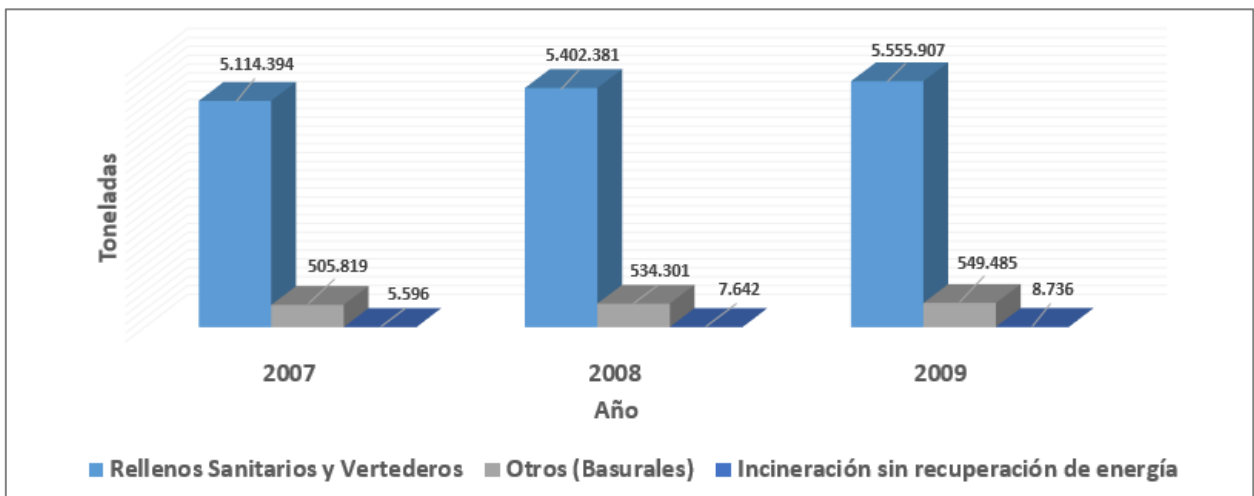


Figura 4. Cifras de Eliminación de Residuos Sólidos en Chile, año 2009.
Fuente: Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile

4. Descripción del tema a abordar y las preguntas claves a responder

4.1. Motivación del tema

El tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos es una problemática que actualmente afecta transversalmente a todos los actores sociales, puesto que es responsabilidad de cada uno, asegurar la correcta gestión de los residuos que genera. Considerando que prácticamente ningún actor del mercado quiere alojar instalaciones que signifiquen disponer permanentemente dichos residuos sólidos, nace la necesidad de incorporar soluciones que propendan a disminuir la cantidad de materiales que lleguen

a estas instalaciones, para evitar disponer elementos que potencialmente aún tienen valor para el mercado, disminuir la velocidad con la cual los rellenos sanitarios actualmente se están saturando, lo cual a su vez genera la necesidad de efectuar grandes inversiones para abrir nuevos rellenos, con sus correspondientes repercusiones ambientales, sanitarias y sociales.

Lo anterior genera una oportunidad de negocios sustentables en dicha industria, puesto que la cantidad de residuos sólidos generados en todos los países requiere que se dedique una gran cantidad de recursos públicos y privados a la gestión de estos. Las economías más avanzadas actualmente ya han incorporado en sus cuerpos legales y normativos, lineamientos tendientes a exigir el tratamiento de los residuos antes de disponerlos definitivamente en rellenos sanitarios, lo que advierte que las economías en vías de desarrollo, si desean seguir participando en los procesos de globalización, tendrán que incorporarlos más temprano que tarde para mantener el paso hacia el tan deseado desarrollo económico. Por otro lado, diversos estudios sostienen que existe una relación directamente proporcional entre el desarrollo económico de los países con el aumento en su tasa de generación de residuos sólidos per cápita, lo que, a ojos de un potencial inversionista, avizora una buena oportunidad para obtener beneficios. En el caso de un inversionista público, los beneficios sociales están ligados, por cierto, a la disminución de los impactos ambientales, sanitarios y sociales, relacionados a la acumulación de basura en puntos cercanos a grandes poblados, lo que presupone riesgos para la salud de sus habitantes. En el caso de inversionistas privados, dejando de lado los beneficios sociales mencionados y considerando la potencial eficiencia en la reducción de las fracciones de residuos, que como resultado de los procesos dejarán de destinarse a las instalaciones de disposición final, una TMB se convierte en una atractiva alternativa de gestión de los RSU en la cual invertir.

4.2. Preguntas claves

Análisis Externo

¿Quiénes son los potenciales clientes? ¿Cuánta es la cantidad de RSU que se genera en diversos lugares del país? ¿Qué tipos de tratamiento de residuos sólidos se encuentran disponibles en el país? ¿Quiénes son los actores relevantes relacionados a la gestión de los residuos sólidos y cuáles tienen mayor poder? ¿Qué oportunidades y amenazas están presentes en el mercado relacionado? ¿Qué precios tienen los diferentes procesos relacionados a la gestión de los RSU?

Análisis Interno

¿Cuál será la capacidad de operación de la planta? ¿Cuál es la inversión necesaria para la planta? ¿Cuál es el modelo de gobierno corporativo que la empresa debe adoptar? ¿Qué fortalezas y debilidades pueden identificarse en la organización? ¿Cuáles son las localizaciones idóneas para la planta? ¿Cuáles serán las principales líneas de negocio de la empresa?

Propuesta de Valor

¿Cuál es la cadena de valor de los RSU? ¿Cuál es el problema que pretende resolver la empresa? ¿La alternativa seleccionada para la operación es la correcta? ¿Qué otras líneas de negocio pueden incorporarse a la estrategia de la empresa? ¿Cuál será la ventaja competitiva de la empresa? ¿Si se tiene más de un tipo de cliente, es posible tener una propuesta de valor para cada uno?

Plan Estratégico

¿Cuál será el segmento objetivo de la empresa? ¿Es adecuado generar alianzas estratégicas con instalaciones de disposición final? ¿Es apropiado enfocarse sólo en los residuos gestionados por los municipios? ¿Cuáles serán los tiempos asociados a los tratamientos efectuados a los residuos? ¿Qué tipo de infraestructura es la adecuada para la planta? ¿Es rentable una planta de tratamiento? ¿Qué líneas de negocios son las más rentables?

5. Alcance

El presente trabajo abordará el desarrollo de un plan de negocios para una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos; un Análisis Externo de la Industria ligada a la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos, contemplando una descripción del entorno general y del entorno de dicha industria; un Análisis Interno que incluya una descripción de la empresa, la estrategia de operación, la estrategia financiera, los principales lineamientos relacionados al marketing estratégico y el análisis de factibilidad; un Análisis FODA y el Plan Estratégico con sus respectivos objetivos e indicadores para seguimiento.

Los temas que no se incluirán en esta tesis son:

- Diseño de la ingeniería básica ni de detalle de la planta.
- La construcción, implementación ni operación de la planta.
- La elaboración de los procesos necesarios para la operación de la planta.

6. Objetivos y Factores Críticos de Éxito.

6.1. Objetivo General

Efectuar un plan de negocios para el diseño de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, que permita mediante procesos mecánicos y biológicos, recuperar recursos que generen valor comercial y permitan disminuir la cantidad de residuos a disponer en rellenos sanitarios y vertederos.

6.2. Objetivos Específicos

- Mejorar las condiciones higiénicas y ambientales del país, relacionadas a la problemática de los RSU.

- Proponer nuevas soluciones alternativas para la gestión de los RSU en el país.
- Revisar el concepto de RSU, incorporándoles una visión de valor y redefiniéndolos a su vez como un recurso en vez de un desecho.
- Efectuar un análisis que permita si soluciones alternativas para la gestión de los RSU son factibles de implementarse en el país.

6.3. Factores Críticos de Éxito

Los factores críticos de éxito para este plan de negocio son los siguientes:

- Capturar clientes que actualmente disponen todos sus residuos sólidos en rellenos sanitarios y vertederos, para que prefieran utilizar los servicios de la planta para la gestión de estos.
- Fracciones de residuos identificados, que posean valor comercial que permita sustentar su gestión.
- Variables posibles de identificar cuantitativa y/o cualitativamente, para efectuar un análisis multivariado con el objeto de determinar las potenciales mejores localizaciones para la planta.
- Identificar y entender la cadena de valor asociada a la gestión de los RSU, con el objeto de crear una propuesta de valor para la empresa, que esté inserta dentro de dicha cadena y se convierta en una ventaja competitiva sostenible en el tiempo.
- Contar con la información necesaria para efectuar los análisis de factibilidad correspondientes, considerando las proyecciones de ingresos, costos, inversiones, reinversiones, flujo de caja saludable, etc.
- Comprender las normativas vigentes relacionadas a la gestión de los RSU, en cuanto a la construcción y operación de alternativas de recolección, traslados, tratamiento y disposición de RSD.
- Posibles alianzas estratégicas con rellenos sanitarios y empresas de recolección de residuos, así como también con clientes como municipios y empresas que generen grandes cantidades de residuos, susceptibles de ser tratados antes de su disposición final.

En los Anexos 4 y 5, pueden observarse, respectivamente, el Marco Conceptual y la Metodología, utilizados para la investigación realizada en este documento.

7. Análisis Externo

El análisis externo efectuado consta, en primera instancia, de una descripción general del contexto nacional, el cual incluye un análisis demográfico, sociocultural, económico, político legal y tecnológico. Éste puede observarse detalladamente, en la sección Anexo 1. En segunda instancia, se ha efectuado un análisis del entorno de la industria, referida a los residuos sólidos urbanos, en el cual se incluye el poder de negociación de los compradores, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza de productos sustitutos, la amenaza de nuevos competidores y la rivalidad entre estos últimos. Este segundo análisis, puede observarse en forma detallada en el Anexo 2 de este documento.

A continuación, y a modo de conclusión de ambos análisis, se exponen las principales conclusiones.

7.1. Descripción general del contexto nacional

El aumento de la población en Chile en los últimos años, la migración de los sectores rurales a los urbanos, así como también el reciente aumento de la migración de habitantes de diversos países hacia el país, contribuye al crecimiento de la generación de residuos sólidos a lo largo de todo el territorio nacional. Así mismo, el contexto sociocultural del país no ha favorecido un escenario en que la minimización de los RSU sea un objetivo a alcanzar en el corto o mediano plazo. Los programas implementados por las diversas autoridades en cuanto a educación ambiental con miras a incentivar la minimización de residuos no han implicado grandes cambios en la dinámica relativa a la generación de éstos. Es más, una gran parte de la población deriva la responsabilidad de gestión de sus residuos, directamente en los municipios de las comunas en que residen.

A medida que la población del país ha aumentado el consumo de bienes, impulsado por el aumento del ingreso promedio de los hogares, la tasa de generación de residuos sólidos se ha visto incrementada constantemente. Otro efecto ocasionado por dicho aumento del poder adquisitivo de la población, es el correspondiente a la composición de los RSU, puesto que la fracción orgánica de residuos se ha visto disminuida en contraposición a la inorgánica, lo cual en definitiva ha representado una problemática adicional para los rellenos sanitarios, ya que la reducción de las fracciones orgánicas por medio de degradación natural, ha afectado sus proyecciones de capacidades, desencadenando ampliaciones de proyectos por adelantado.

Sin embargo, la evolución del marco normativo, en primer término avanzando en la creación de organismos responsables de los temas medio ambientales, como lo fueron en su momento CONAMA y en definitiva, el Ministerio del Medio Ambiente, así como la reciente promulgación de la Ley 20.920 sobre Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor, permitirán que en el país se incentiven proyectos que no tan solo se enfoquen en las alternativas tradicionales para el tratamiento de los residuos, como lo son la recolección, transporte y disposición final, sino que también se ha abierto un espacio en el mercado para implementar las alternativas referidas a la valorización de estos desechos, lo que permite entregarles atributos económicos, con el fin de considerarlos finalmente como recursos. Y es precisamente el avance tecnológico, el que, si bien en su gran mayoría no ha sido desarrollado dentro de las fronteras del país, pero que dadas las ventajas de la globalización las ha traspasado fácilmente, quien entregará el soporte técnico para las soluciones innovadoras que permitirán plantear alternativas eficientes para esta antigua problemática.

Es de esperar que, dadas estas condiciones, el mercado relacionado a los residuos sólidos urbanos, sea capaz de implementar nuevas iniciativas, las cuales por un lado contribuyan a mejorar el medio ambiente y por otro, a su vez, permitan desarrollar actividades económicas que provean al país de nuevas fuentes laborales y rentabilidad para sus dueños.

7.2. Análisis del entorno de la industria

Existe una situación especial en cuanto a la dualidad cliente/proveedor, en la industria de los residuos sólidos urbanos. El insumo primordial y básico (los RSU) para las alternativas de gestión de residuos, como plantas de tratamiento y rellenos sanitarios, es provisto por los municipios y empresas privadas, pero éstos organismos, a su vez, también son clientes, puesto que pagan por el servicio efectuado por dichas empresas de tratamiento. Esto se traduce en un alto poder de negociación para los municipios y empresas demandantes, puesto que pese a tener una necesidad declarada en torno a la problemática de gestión de sus RSU, dicha gestión actualmente funciona relativamente bien, considerando, por un lado, el modelo de recolección y transporte concesionado a empresas especializadas en ello, y por otro, el modelo de disposición final en instalaciones privadas como lo son en su mayoría, los rellenos sanitarios existentes en el país. Sin embargo, a favor de nuevas alternativas de gestión de RSU, dicho poder en manos de clientes/proveedores, puede resultar beneficioso para nuevos entrantes que pretendan romper el modelo actual, principalmente por el rol público que cumplen los municipios, el cual les obliga a incorporar otro tipo de variables al analizar las alternativas de gestión de sus residuos, así como también, las actuales creaciones y modificaciones de leyes y reglamentos, las cuales exigirán acciones tendientes al tratamiento de los desechos, previos a la disposición final en los rellenos sanitarios. Esto, por tanto, permite vislumbrar un escenario favorable para empresas dedicadas a labores de reciclaje, compostaje, incineración y otras alternativas, las cuales pretenden en primera instancia desarrollar una actividad comercial dentro de este mercado, pero que más relevante aún, pretenden mejorar las condiciones ambientales en las cuales el país se desenvuelve.

8. Análisis Interno

8.1. Propuesta de Valor

8.1.1. Cadena de Valor de los Residuos Sólido Urbanos

En términos generales, la sociedad considera a los RSU como elementos que carecen de valor. Es más, la sociedad en su conjunto, dispone enormes cantidades de recursos para gestionarlos, invirtiendo en una serie de procesos para su recolección y traslados, construyendo infraestructuras para disponerlos adecuadamente, procurando que, a lo largo de todo este circuito, se resguarden los aspectos de seguridad sanitaria y cuidados ambientales necesarios, para efectuar una correcta gestión de estos elementos.

Sin embargo, a lo largo de la cadena de valor relacionada a los residuos sólidos urbanos, es posible identificar varias oportunidades que permiten gestionar estos recursos, con el fin de revalorizarlos, y de esta forma, cambiar la percepción de la sociedad, respecto al real valor que potencialmente pueden llegar a entregar los RSU. En la siguiente figura, se puede observar la cadena de valor de los RSU según el esquema tradicional de gestión de los residuos.

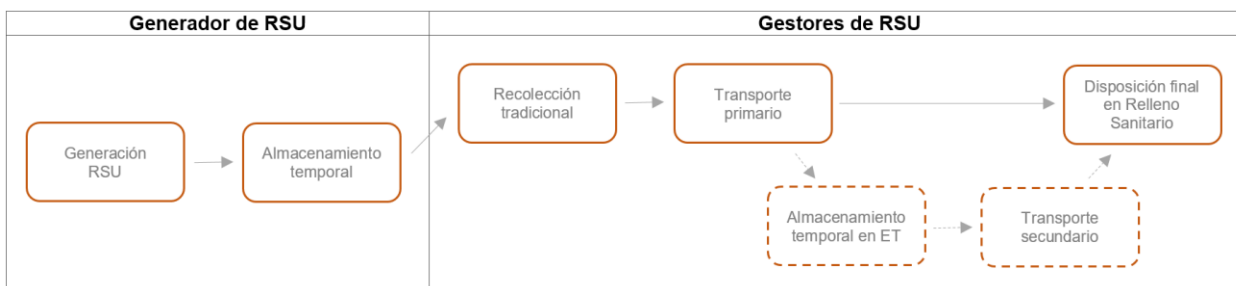


Figura 5. Esquema tradicional asociado a Cadena de Valor de RSU.

Fuente: Elaboración propia

La cadena de valor derivada de la gestión tradicional de los RSU, se puede considerar a partir de la generación de los residuos en origen, es decir, el momento en que los actores de la sociedad deciden que ciertos elementos han dejado de tener valor para ellos. Debido a esta ausencia de valor, dichos elementos se destinan al tratamiento que, como residuos, la sociedad les ha asignado. De esta forma, son almacenados temporalmente dentro o fuera de las instalaciones en que han sido generados. Luego, según se traten de residuos domiciliarios (y sus asimilables) o residuos industriales, son gestionados por empresas especializadas en la recolección y transporte de estos elementos, las cuales transportan directamente los RSU hacia los rellenos sanitarios habilitados para efectuar la disposición final permanente o, en algunas ocasiones y con el fin de aprovechar economías de escala, son dirigidos inicialmente a estaciones de transferencia, en las cuales, los residuos se almacenan transitoriamente, para luego trasladarlos a la vez, en mayores cantidades, hacia la instalación de disposición final.

De lo anterior, es posible intuir que los RSU carecen de valor para la sociedad, salvo para aquellas organizaciones gestoras de la recolección, transporte y disposición final, las cuales obtienen ingresos por la prestación de los servicios que proveen para la gestión de los residuos. Por otro lado, se debe tener en cuenta que, los elementos recuperados antes o durante la ejecución de los procesos descritos en el esquema anterior, logran crear valor para quienes los recuperan, por tanto, dichos elementos dejan de ser considerados residuos y se convierten en recursos que generan valor para quienes los gestionan. Ejemplos claros de esto último, son los materiales reciclados como papeles y cartones, vidrios, plásticos y otros elementos, los cuales son demandados por empresas especializadas en la revalorización de este tipo de materiales. Dichas organizaciones, están dispuestas a pagar por la provisión de estos recursos, creando valor, por tanto, para quienes puedan proveerlos.

8.1.2. Descripción y selección de tecnologías para valorización de RSU

Alrededor del planeta, existen diversas tecnologías desarrolladas para efectuar tratamiento a los residuos sólidos urbanos, todas pensadas para disminuir los impactos que estos generan al medio ambiente. Las más básicas, como las utilizadas actualmente en Chile, consisten en rellenos sanitarios para la disposición de éstos, plantas de compostaje y reciclaje a pequeñas y medianas escalas. Existen también en otros países, plantas de biometanización y varias alternativas de valorización energética a partir de los residuos, como obtención de combustibles sólidos recuperados, procesos de incineración, cogeneración y, por supuesto, las plantas de tratamiento mecánico biológico

de residuos, las cuales, por lo general, acompañan a algunas de las alternativas anteriores, relacionadas con la valorización energética. En el apartado Anexo 3, se efectúa una breve descripción de las alternativas tecnológicas para la valorización de los RSU, con el fin de exponer las características de cada una de ellas. Una vez efectuada dicha descripción, se ha realizado el análisis y selección de la alternativa tecnológica para valorización a evaluar, la cual se describe a continuación.

8.1.2.1. Selección de la alternativa tecnológica para valorización a evaluar

Las tecnologías descritas en el Anexo 3, presentan soluciones para el tratamiento de las fracciones orgánicas e inorgánicas de los RSU. Para el caso de las alternativas planta de compostaje y planta de clasificación de materiales reciclables, ambas se enfocan específicamente en efectuar un tratamiento sobre sus respectivas fracciones, por lo que si bien, pueden ser alternativas atractivas desde el punto de vista de la inversión, en lo específico, no abarcan el tratamiento de la mitad de los RSU generados en las localidades del país, puesto que en términos generales, los residuos sólidos domiciliarios, están compuesto por un 50% de materia orgánica y el restante 50% corresponde a materiales inorgánicos, aproximadamente.

Por otro lado, descontando aquellas dos primeras alternativas analizadas, así como también momentáneamente la planta TMB, las correspondientes a biometanización y obtención de CSR, requieren que los residuos sólidos utilizados como insumos, para los procesos de dichas instalaciones, sean previamente tratados con tecnologías contenidas en las plantas TMB. Incluso, tanto la biometanización como la obtención de CSR, pueden corresponder a parte de los procesos contenidos en una planta TMB, puesto que para la primera se requiere la extracción de materiales impropios, como por ejemplo los metales, antes del procedimiento de biosecado de la materia orgánica, así como también se debe contar con túneles de biosecado para efectuar la biodigestión y extracción del biogás. Para el caso del CSR, es necesario contar con parte de los equipamientos mecánicos de una TMB, con el objeto de acondicionar la fracción de residuos que se convertirán en dicho tipo de combustible.

Por otro lado, si bien es cierto que las tecnologías de incineración y cogeneración de electricidad son capaces de utilizar los RSU directamente sin tratamiento previo, los residuos resultantes de sus respectivos procesos, son caracterizados como tóxicos y/o peligrosos, lo que dificulta su gestión posterior, por lo que se constituyen como externalidades negativas para el medio ambiente.

Dado lo anterior, la tecnología correspondiente a una planta de tratamiento mecánico biológico, es un punto común para todas las alternativas tecnológicas descritas en esta sección, puesto que incluye dentro de una misma planta, el tratamiento de ambas fracciones de residuos, es decir, las fracciones orgánicas e inorgánicas. También permite acondicionar los rechazos resultantes de los procesos de recuperación de dichas fracciones, con el fin de utilizarlos como insumo para la obtención de biogás y/o CSR, en el caso de los orgánicos, y también de CSR en el caso de los inorgánicos. Incluso para los procesos de incineración y cogeneración de electricidad, un paso previo que proporcione tratamiento a los residuos en una TMB, reporta beneficios para dichas

tecnologías, puesto que les permite contar con un insumo que, a la larga, les reportará menores problemas al momento de gestionar los propios resultantes de sus procesos.

Por tanto, si bien cada una de las alternativas analizadas se presentan como soluciones para la problemática actual relacionada a la gestión de los RSU en el contexto nacional, se considera que la tecnología correspondiente al tratamiento mecánico biológico es la mejor, por cuanto permite gestionar la totalidad de los residuos, se convierte en una solución habilitante para futuras tecnologías como la biometanización y CSR, y permite mejorar los procesos de eventuales plantas de incineración y cogeneración de electricidad. Adicionalmente, esta tecnología es factible de aplicación directa sobre los RSU en Chile, así como en cualquier otra parte del mundo, puesto que los residuos sólidos domiciliarios, si bien porcentualmente su composición puede variar entre distintas localidades, ciudades, países y continentes, los materiales presentes en ellos son similares en todo el mundo, es decir, papeles, cartones, plásticos, vidrios, metales, aluminios, etc.

8.1.3. Análisis de experiencias TMB

En esta sección, se presentan 2 experiencias relacionadas a la implementación de plantas de tratamiento mecánico y biológico, con el fin de contrastar sus modelos de operación con los planteados por la TMB analizada en este estudio. Cabe señalar, que este tipo de tecnología, es compatible con el tipo de RSU generado en el país, como ya fue descrito previamente.

Las siguientes dos plantas fueron seleccionadas como referencia, puesto que, en el caso de la correspondiente a Bilbao, España, ha sido considerada por diversos estudios, como una de las mejores experiencias a nivel europeo, en cuanto a la configuración de sus procesos y la selección de los componentes tecnológicos, lo que le ha permitido contar con una planta segura y amigable en términos ambientales. En el caso de la segunda, correspondiente a la de Buenos Aires, Argentina, es una experiencia más cercana en términos geográficos, culturales y climáticos.

- ✓ Planta de Tratamiento Mecánico Biológico Arraiz – Bilbao, España: construida por la empresa GARBIKER AB, S.A. y operada por Valoriza Servicios Medioambientales S.A. y Proyectos y Obras Pabisa, S.A. La planta ocupa 23.115 metros cuadrados y fue construida junto a la incineradora de Zabalgardi, la planta de compostaje y el depósito de Artigas. La inversión total superó los 43 millones de euros. La planta se diseñó y efectúa tratamiento a 180 mil toneladas de RSU al año.

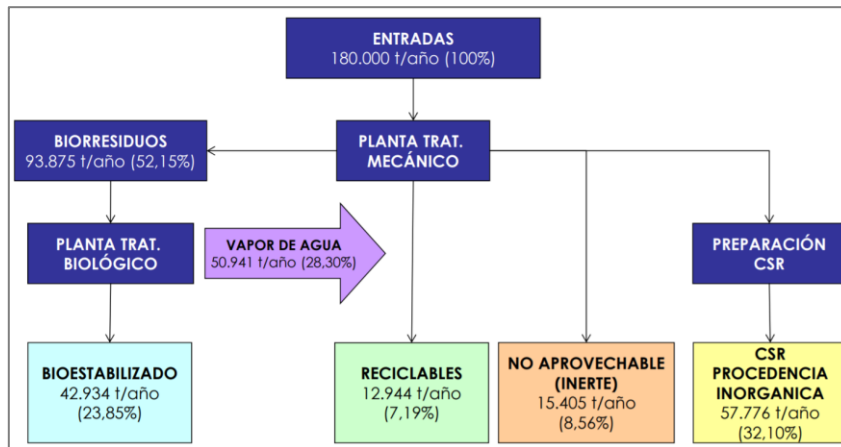


Figura 6. Esquema de los procesos de la TMB de Bilbao.
Fuente: Presentación de GARBIKER –
“TMB – TRAMENTUTEGI MEKANIKO BIOLOGIKOA”

Esta planta es considerada una de las más modernas a nivel global, puesto que incluye tecnología configurada en dos líneas de producción en paralelo, con capacidad de 90 mil toneladas de residuos al año cada una, lo que le permite efectuar el tratamiento a una mayor cantidad de RSU al mismo tiempo. Posee una dotación de alrededor de 70 personas. El modelo de negocio está construido sobre la base de una inversión financiada con recursos públicos, pero entregada a privados para su operación y mantenimiento, durante un período de 10 años. La empresa adjudicataria, percibe los ingresos respecto a la cantidad de residuos tratados en la planta.



Figura 7. Vista aérea de la TMB de Bilbao.
Fuente: http://garbiker.bizkaia.eus/Esp/ca_Pag_438.htm

- ✓ Planta de Tratamiento Mecánico Biológico Norte III – Buenos Aires, Argentina: esta planta tiene como objetivo tratar un 20% de la cantidad de RSU generada por la ciudad de Buenos Aires. Fue construida por Benito Roggio e Hijos S.A. - TECSAN S.A. UTE, a finales del año 2010. Utiliza un terreno de 4,5 hectáreas, con una

dotación de 150 trabajadores. La capacidad de tratamiento es de 70 toneladas por hora, lo que le permite potencialmente efectuar tratamiento a 328 mil toneladas de RSU al año, divididas en 3 líneas de producción. Al igual que en el caso de la planta de Bilbao, fue construida como inversión con recursos públicos y fue inaugurada en enero de 2013. Su operación, desde aquella fecha, está a cargo de Benito Roggio e Hijos S.A. – TECSA S.A. UTE. Adicionalmente, la obtención de del material biosecado, se efectúa en pilas recubiertas con membranas, a las cuales se les inyecta oxígeno y líquidos para su tratamiento. Lo anterior, dista respecto a los túneles de biosecado con lo que cuenta la TMB de Bilbao.



Figura 8. Planta TMB Norte III – Buenos Aires.

Fuente: Presentación de FuturEnviro – www.futurenviro.es y <http://www.ceamse.gov.ar/planta-de-tratamiento-mecanico-biologico/>³

³ Para obtener mayor información de ambas experiencias, se recomienda visitar los sitios web indicados para ambas plantas, es decir, http://garbiker.bizkaia.eus/Esp/ca_Pag_438.htm (Bilbao) y <http://www.ceamse.gov.ar/planta-de-tratamiento-mecanico-biologico/> (Buenos Aires).

8.1.4. Modelo Canvas para la propuesta de negocio

En la siguiente figura se observa la definición de los elementos claves definidos por la metodología Canvas, para la definición del modelo de negocio de la planta de tratamiento mecánico biológico de RSU.

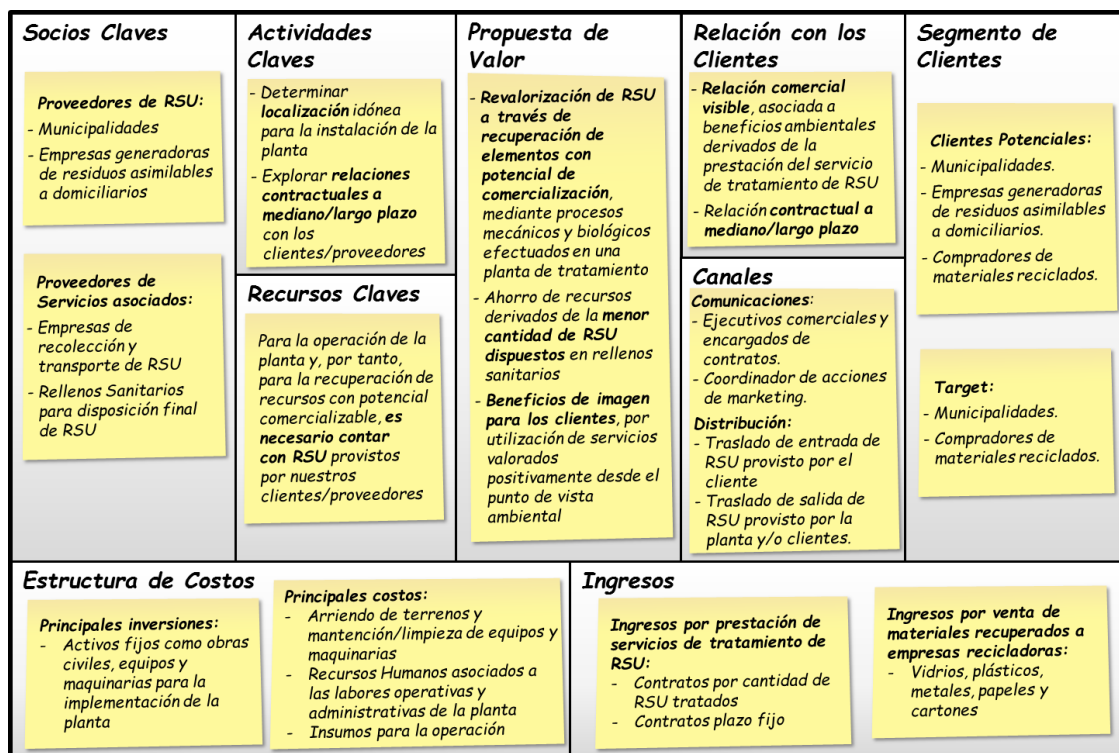


Figura 9. Modelo Canvas – Planta de Tratamiento Mecánico Biológico de RSU.
Fuente: Elaboración propia

8.1.5. Propuesta de Valor - Planta TMB

La revalorización de los residuos sólidos es una alternativa ampliamente estudiada alrededor del mundo. El potencial valor que puede obtenerse de los residuos está relacionado a la capacidad que estos tienen en cuanto a la generación de energía, materia prima para nuevos productos y elaboración de insumos utilizados como abono para terrenos, entre otros. También dicho valor puede asociarse a externalidades positivas para el medio ambiente, como la disminución de vectores sanitarios, disminución de riesgos de incendios y/o explosiones por la disminución de biogás presente en las instalaciones de disposición final. Adicionalmente, considerando el tratamiento mecánico biológico de RSU, se pueden obtener significantes ingresos monetarios, puesto que, al efectuar dicho tratamiento en forma previa a la disposición, es posible, obtener y luego vender los materiales recuperados en el proceso. En la siguiente figura, se puede observar la cadena de valor de los RSU, incluyendo la planta TMB como gestor.

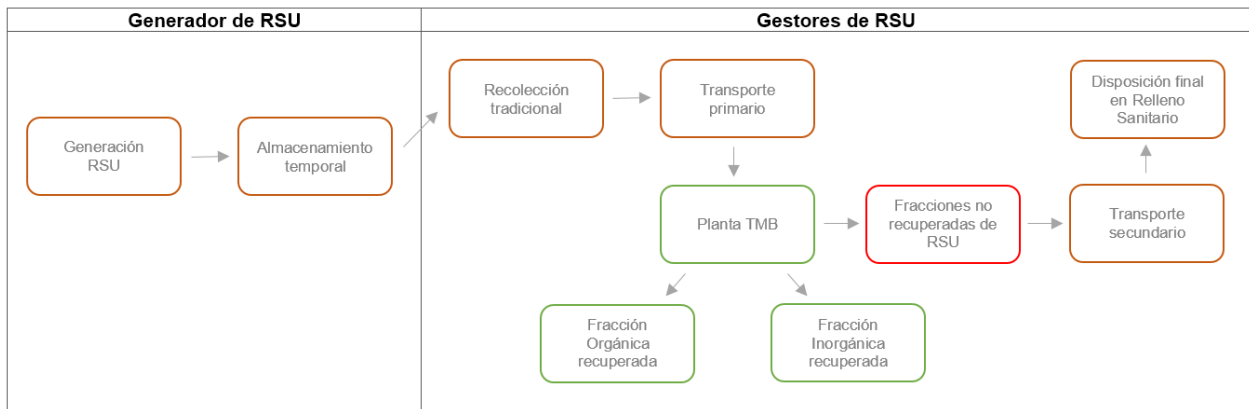


Figura 10. Esquema propuesto para la Cadena de Valor de RSU con la planta TMB.
Fuente: Elaboración propia

En este contexto, la planta TMB, además de tener un objetivo comercial, que permita obtener rentabilidad para sus dueños, propone compartir el valor creado con sus clientes, a través de la comunicación y difusión de los beneficios ambientales obtenidos por su operación. Dichos beneficios pueden traducirse para los clientes en aspectos relacionados al aumento de valor de marca, obtención de beneficios tributarios o, simplemente, en el ahorro de costos relacionados a la gestión de sus residuos.

Cabe destacar la importancia que las tecnologías de tratamiento de residuos tienen para la disminución de los RSU que llegan a los rellenos sanitarios. Éstas sin duda entregan valor a los rellenos sanitarios, puesto que su funcionamiento, al evitar que muchos materiales lleguen a dichos rellenos, contribuye a aumentar la vida útil de ellos, por lo que extiende su operación por más tiempo, prescindiendo de los costos económicos y ambientales asociados a los cierres de este tipo de instalaciones, evitando por tanto contar con más pasivos ambientales. También, evita la apertura de nuevos rellenos sanitarios, lo cual en la actualidad es muy significativo, dados los cuestionamientos por parte de la población, respecto a este tipo de instalaciones. En efecto, las comunidades cercanas a los rellenos sanitarios existentes o en vías de construcción, se reúsan enérgicamente a su operación.

Considerando todo lo anterior, por tanto, la propuesta de valor ofrecida por la planta TMB a sus clientes corresponde a ***“efectuar el tratamiento de sus residuos sólidos, agregándoles valor por medio de su transformación en nuevas materias primas, contemplando así el cuidado del medio ambiente y procurando mantener los presupuestos utilizados actualmente para este tipo de servicios”***.

8.2. Estrategia de Marketing

En esta sección, se efectúa un análisis respecto a los principales clientes y proveedores de la planta TMB. Dicho análisis fue realizado sobre la base de las características generales que cada cliente y proveedor posee en cuanto a su potencial capacidad de surtir los insumos necesarios para la planta, así como de demandar los servicios de tratamiento de residuos y compra de los materiales recuperados en el proceso. Pero más importante aún, se consideró la información obtenida mediante una serie de entrevistas semiestructuradas a empresas compradoras de materiales reciclados

ubicadas en la Región Metropolitana, una cementera y al municipio de Ñuñoa, quienes, desde sus propias perspectivas, han logrado aportar a esta investigación, con el fin de acercarla al contexto nacional relacionado a la industria de los residuos sólidos y el reciclaje.

8.2.1. Estrategia Global de Marketing

8.2.1.1. Análisis de los segmentos

Una planta de tratamiento de RSU enfoca sus esfuerzos en todos aquellos clientes que, como alternativa a la tradicional disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios, se motiven a efectuar un tratamiento a sus residuos, con el fin de recuperar aquellas materias susceptibles de reutilización y/o reciclar, colaborar con la mantención y mejora del medio ambiente en que se desarrollan como organización, reduciendo la cantidad de desechos que finalmente llegan a las instalaciones de disposición final adecuadas para ello.

Por otro lado, los materiales recuperados poseen valor para aquellas empresas que los utilizan como insumos para llevar a cabo sus operaciones y/o para fabricar sus productos, así como también para aquellas organizaciones dedicadas a la intermediación, las cuales acopian grandes cantidades de este tipo de materiales, con el fin de comercializarlos en altos volúmenes a sus clientes finales.

De lo anterior, se desprende que existen dos segmentos iniciales relativos a los clientes de la planta de tratamiento mecánico biológico. Por un lado, están los demandantes del servicio de tratamiento de residuos sólidos y, por otro, los compradores de los materiales recuperados por dicho tratamiento.

- ✓ Segmento clientes del servicio de tratamiento de RSU:
 - Personas naturales que generan pequeñas cantidades de residuos sólidos con potencial recuperación de materiales con valor comercializable. Por su naturaleza, estos potenciales clientes son demandantes del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, que entregan los municipios de las comunas de sus lugares de residencia y de actividades laborales.
 - Organizaciones que generan residuos sólidos, los cuales, por sus características, son asimilables a los residuos generados por los domicilios, por lo cual también son demandantes del servicio de recolección y transporte municipal.
 - Organizaciones generadoras de residuos sólidos, que, por sus cantidades y características, deben contratar por su cuenta servicios de gestión de sus residuos, para el tratamiento adecuado de éstos.
 - Organizaciones gestoras de residuos sólidos, cuya labor es precisamente proveer los servicios de recolección y transporte, de los residuos a los clientes descritos en los 3 puntos anteriores.
 - Municipalidades, las cuales, sin excepción, deben ofrecer a los habitantes de sus comunas, los servicios de recolección, transporte y disposición final de los residuos que éstos generan. Dichos servicios, según los modelos actuales,

pueden ser provistos con capacidades internas de cada municipio, es decir, con infraestructura, equipamiento y trabajadores propios o, mediante la concesión de dichos servicios a terceras empresas especializadas en la prestación de estos.

- Rellenos sanitarios, los cuales antes de posicionar los residuos sólidos en los lugares finales de disposición, deseen reducirlos con el fin de alargar la vida útil de sus instalaciones.

- ✓ Segmento clientes compradores de materiales recuperados:
 - Empresas fabricantes de productos que pueden utilizar como insumos materiales reciclados como vidrio, plásticos, metales, papales, cartones, cauchos, aceites y otros.
 - Empresas dedicadas a la intermediación de materiales reciclados, las cuales no utilizan directamente dichos elementos, sino más bien acopian grandes cantidades para comercializarlas aprovechando las economías de escala. Ejemplos de éstas son aquellas que compran componentes electrónicos, los cuales son enviados posteriormente fuera del país para su reuso.
 - Empresas que, para la obtención de los productos que ofrecen, efectúan procesos de incineración de materiales considerados combustibles alternativos o combustibles sólidos recuperados de las fracciones de residuos sólidos urbanos que no pueden ser reutilizados. Entre esas se encuentran la industria cementera, las centrales termoeléctricas y de ciclo combinado, entre otras.

Debido a que la planta TMB tiene como objetivo impactar fuertemente en la disminución de la cantidad de residuos sólidos que son dispuestos en rellenos sanitarios, así como también considerando que la inversión en activos fijos es alta, se requiere que los volúmenes de residuos a tratar sean elevados, para que el funcionamiento de esta sea lo más continuo posible, a fin de rentabilizar la inversión efectuada. Considerando lo anterior, en cuanto a los demandantes de servicios de tratamiento de residuos sólidos y adelantando el análisis de la siguiente sección referida al segmento objetivo de clientes, se puede seleccionar como clientes objetivos de este negocio, a los que sean capaces de proveer cantidades de RSU en forma constante y que estén dispuestos a formalizar una relación comercial de mediano/largo plazo, para asegurar la operación de la planta en forma constante, es decir, a los municipios. En el caso de los compradores de materiales recuperados, puesto que se contará con volúmenes altos de este tipo de materiales, como por ejemplo el plástico, la elección del cliente podrá efectuarse inicialmente mediante mecanismos de precio, considerando de todas formas las condiciones ventajosas que otro cliente pueda ofrecer como relaciones a largo plazo, por ejemplo.

8.2.1.2. Análisis de los segmentos objetivos

Los segmentos objetivos a los cuales la planta identificará como sus clientes, se describen a continuación, separándolos por los correspondientes al servicio de tratamiento de RSU y los correspondientes a los compradores de materiales recuperados por la planta. Más importante aún es que se efectuó una investigación de mercado

mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas, presenciales y telefónicas, a representantes de la municipalidad de Ñuñoa, ejecutivos de empresas compradoras de materiales reciclables y a un ejecutivo de una empresa cementera, lo cual permitió indagar respecto a varios temas que son trascendentales al momento de evaluar la factibilidad técnica y económica de este plan de negocio. Un resumen de dichas entrevistas, puede ser observado en el Anexo 6 de este documento.

8.2.1.2.1. Segmento Objetivo Servicio de Tratamiento de RSU

Para el servicio de tratamiento mecánico biológico de la planta, dada la necesidad de grandes volúmenes de RSU, es inevitable seleccionar como segmento objetivo a quienes puedan asegurar el flujo constante de residuos, en cortos períodos de tiempo. Considerando lo anterior y como ya fue mencionado, el segmento objetivo para el servicio de tratamiento de RSU corresponde a los municipios, puesto que ellos son responsables en la actualidad de efectuar tanto la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados en los domicilios y sus asimilables, en sus respectivas comunas, por lo que gestionan, en general, grandes volúmenes diarios.

La gestión de los RSU, como labor municipal, actualmente recae como tarea administrativa en los departamentos de Medio Ambiente o en los correspondientes a labores de Aseo y Ornato. Las labores relativas a la recolección y transporte, son llevadas a cabo, en algunos casos, por personal contratado directamente por la administración municipal, efectuándolas con equipos y maquinarias propias. En otros casos, estas labores relativas a la gestión de los residuos, se han concesionado a empresas externas, las cuales se especializan en las labores relativas a la recolección y transporte de RSU, prestando servicios a municipios como también a empresas privadas que requieran la gestión de sus residuos. Esta alternativa, se ha convertido en la más utilizada por los municipios durante los últimos años, puesto que, los servicios públicos cuentan con restricciones de contratación de personal en cuanto a la cantidad de funcionarios que pueden mantener en sus nóminas de trabajadores, lo que convierte a la externalización del servicio completo de recolección y transporte de residuos (incluyendo equipos y maquinarias necesarias), en una alternativa que les entrega ventajas significativas en cuanto a la administración de los recursos necesarios para llevar a cabo estas tareas.

Las empresas especializadas en la gestión de RSU, contratan personal y compran los equipos y maquinarias necesarias para la gestión de los residuos, considerando las necesidades establecidas por los propios municipios, así como también otras variables como cantidad de residuos generados en la comuna que deben recolectar y transportar, extensión de las rutas de recolección, distancias de las comunas respecto a los instalaciones de disposición final, restricciones establecidas por los propios municipios como por ejemplo, horarios factibles de recolección, segregación de los residuos por fracciones orgánicas e inorgánicas, recolección diferenciada para las ferias libres, entre otras. Usualmente, todas las condiciones establecidas para las labores de recolección y transporte de residuos, en el caso de que esta tarea corresponda a una concesión a terceros, son establecidas en los contratos de prestación de servicios que celebran los municipios con este tipo de empresas. En éstos, se establecen las tarifas que el municipio debe pagar a la empresa prestadora del servicio, la cual se establece usualmente considerando las condiciones y restricciones mencionadas anteriormente. Estos

contratos, son el resultado de las licitaciones que las municipalidades efectúan a través de la plataforma Mercado Público – Chile Proveedores⁴, en la cual se incorpora la documentación con los requisitos solicitados por los municipios, para el servicio de gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

En el caso de las labores correspondientes a la disposición final, usualmente los municipios efectúan licitaciones diferenciadas respecto a las tareas de recolección y transporte de los RSU. Lo anterior resulta en contratos separados para ambas tareas, los cuales establecen sus propias condiciones, como tarifas, horarios de ingreso de los camiones a las instalaciones y otras.

Considerando, por un lado, la información anterior, referida a los municipios como segmento de clientes objetivo de la planta, así como la referida a la localización de esta última, que podrá observarse en una sección posterior, correspondiente al Marketing Operativo y en específico a la Plaza, puesto que se ha seleccionado a la Región Metropolitana como la mejor localización para la planta TMB, es necesario definir cuál municipio es el adecuado para que efectúe el tratamiento de sus RSU en la TMB.

Una comuna que ha destacado en los últimos años en temas relacionados a su gestión ambiental, es la comuna de Ñuñoa. Esta comuna ha desarrollado iniciativas alternativas para la gestión de sus residuos sólidos domiciliarios, como la implementada en el año 2001, correspondiente a la inauguración de un Centro de Clasificación de Materiales Reciclables manejado con recursos municipales, el cual estuvo operativo hasta el año 2012. Como parte de dicha iniciativa, el municipio, a través de la Dirección de Medio Ambiente, unidad a cargo de los temas relacionados a la gestión de los RSU, estableció rutas diferenciadas de recolección y transporte de los residuos, con el objeto de trasladar los materiales reciclables en camiones recolectores distintos a los que trasladan los RSU al relleno sanitario.



Figura 11. Flota de camiones recolectores de RSD, Municipalidad de Ñuñoa.

Fuente: <http://www.everde.cl/>

⁴ www.mercadopublico.cl

Considerando esta selección, se efectuó una entrevista al Director de Medio Ambiente y al Jefe de Aseo y Ornato Municipal, ambos de la Municipalidad de Ñuñoa, mediante la cual, se pudo indagar respecto a las necesidades que poseen ellos como administración comunal, al momento de efectuar las tareas relacionadas a la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, generados por los habitantes de su comuna. En primera instancia, una de las temáticas más importantes que ellos destacan respecto a su gestión, es que, desde principios de la década del 2000, dentro de la comuna se comenzó a efectuar una recolección segregada de residuos compuestos por materiales reciclables, como vidrio, plásticos, papeles y cartones. Esto precisamente permitió la implementación del centro de clasificación de materiales reciclables mencionado.

Según lo comentado por los entrevistados, el centro de clasificación, fue todo un éxito. Se lograron establecer rutas y frecuencias para la recolección selectiva de este tipo de residuos, lo que conjugó muy bien con la actitud de los habitantes de la comuna, en cuanto a entregarlos separadamente en los días y horarios señalados. Comentan adicionalmente que, a diferencia de otras comunas, los habitantes de Ñuñoa están dispuestos a segregar y entregar sus residuos a los camiones recolectores que pasan por sus barrios, a diferencia de realidades de otras comunas, en las cuales sus habitantes se desplazan para dejarlos en puntos limpios o puntos verdes, como lo hacen en Providencia, por ejemplo.

En la actualidad, dicho centro ya no se encuentra en funcionamiento debido a dificultades relacionadas a los permisos sanitarios para operar esta instalación en terrenos ubicados dentro de la misma comuna, puesto que la cantidad de materiales que se encontraban clasificando era muy grande, por lo cual no era adecuado operar una planta de estas características dentro de la comuna, considerando que el uso de suelo no calificaba para la operación de industrias de estas características.



Figura 12. Personal y vehículos destinados al Programa de Reciclaje en Ñuñoa.
Fuente: <http://www.nunoa.cl>

Actualmente, la comuna continúa con la recolección diferenciada de materiales reciclables. La cantidad que actualmente es recolectada segregadamente dentro de Ñuñoa, según los propios registros del municipio, alcanzan las 300 toneladas por mes, pero ahora estos son trasladados directamente al relleno sanitario Lomas Los Colorados de la empresa KDM, quienes, a través de sus líneas de reciclaje, los procesan y comercializan por cuenta propia.

La recolección y transporte de residuos sólidos domiciliarios, es efectuada actualmente por la empresa Demarco, quien fue adjudicataria de la última licitación realizada para estas tareas. Actualmente, según los plazos establecidos, el municipio se encuentra en proceso de nueva licitación para la recolección y transporte. La empresa que se adjudique el contrato, efectuará estos servicios por 6 años, según los requisitos establecidos por la municipalidad. La nueva empresa, al igual que Demarco lo hace actualmente, deberá transportar los residuos a la Planta de Transferencia de la empresa KDM, quienes posteriormente los trasladan al relleno sanitario Lomas Los Colorados, propiedad de la misma.



Figura 13. Camión recolector de residuos reciclables de la
Municipalidad de Ñuñoa.
Fuente: <http://www.nunoa.cl>

Respecto a este último tema, ambos representantes del municipio comentan que la alternativa de trasladar parte o todos sus residuos sólidos a otro tipo de instalaciones, las cuales les efectúen tratamientos para recuperar materiales, disminuir su volumen u otros, es interesante desde el punto de vista municipal, puesto que ellos como municipio se encuentran consientes respecto a que las nuevas directrices medio ambientales del país, así lo requerirán, pero que esto debe conjugarse con la disponibilidad de recursos que ellos poseen para gestionar sus RSU. La relación que mantienen con el relleno sanitario que actualmente recibe sus residuos, les permite variar la cantidad que disponen en él, por lo que siempre y cuando una potencial planta de tratamiento cumpla con todas las disposiciones reglamentarios y sanitarias para operar, ellos estarían dispuestos y podrían pagar por el servicio de tratamiento de sus RSU, considerando adicionalmente, que dicha instalación se encuentre en una localización adecuada, tal que ésta no modifique significativamente las distancias que actualmente recorren los camiones de la empresa concesionaria de las labores de recolección y transporte hacia la estación de transferencia. Esto es primordial, puesto que no pueden desembolsar recursos adicionales para costear un eventual incremento de distancia recorrida por los camiones recolectores. También es necesario que la tarifa cobrada por dicho tratamiento, no supere a la cobrada por la estación de transferencia que actualmente recibe los RSU, dado el motivo anterior.

Respecto al Plan Santiago Recicla⁵, manifiestan que no se han adscrito a esta iniciativa debido a que prefieren mantener su propio plan para la gestión de los residuos reciclables en su comuna. Prefieren no mantener compromisos vigentes con otros organismos en esta materia, puesto que consideran que su metodología de recolección segregada resulta más adecuada a la cultura ambiental de sus habitantes, en contraste con la instalación de puntos limpios y otro tipo de iniciativas que promueve el Plan Santiago Recicla.

⁵ Convenio de Cooperación Intermunicipal Medio Ambiental, que tiene por objeto aunar las capacidades institucionales con el propósito de contribuir conjuntamente a la gestión de los RSU, integrando sinérgicamente las acciones de los servicios públicos y privados, para el manejo eficiente y sustentable de los residuos de la Región Metropolitana.



Figura 14. Banner campaña Santiago Recicla, Municipalidad de Cerrillos.
Fuente: <http://www.mcerrillos.cl/>

Se debe aclarar que, la composición de los residuos puede llegar a ser una variable relevante para la planta, puesto que de ellos se obtienen los materiales que se comercializarán como parte del modelo de negocio de ésta. Esta variable también influyó en la selección de la municipalidad de Ñuñoa como cliente de la planta, puesto que los RSU de gestión municipal están compuesto prácticamente en su totalidad, por residuos provenientes de los domicilios, actividades comerciales presentes en la comuna que generen residuos asimilables a los domiciliarios, ferias libres y restos de mantención de áreas verdes y podas.

Por lo anterior, independiente del lugar desde donde provengan dichos residuos, la composición final de estos será parecida en cuanto a los materiales que contengan, como residuos orgánicos de restos de alimentos, podas y otros, así como de residuos inorgánicos como vidrios, papeles, metales, plásticos y otros de uso común en los domicilios del país⁶.

8.2.1.2.2. Segmento Objetivo Venta de Materiales Recuperados

En el caso de los materiales recuperados en el proceso de tratamiento, como fue mencionado en la sección correspondiente al análisis de los segmentos, a priori, se puede establecer que estos corresponderán a todas aquellas organizaciones que demanden este tipo de materiales con el objeto de incorporarlos en sus procesos productivos o que se dediquen a acopiarlos con el fin de comercializarlos a grandes escalas. Puesto que del proceso de tratamiento se espera lograr recuperar materiales como vidrios, plásticos, papeles, cartones y metales, los primeros esfuerzos para el establecimiento de relaciones comerciales con este tipo de clientes, serán con aquellos que demanden dichos materiales. Aspectos claves serán el traslado de los materiales a las instalaciones de dichas organizaciones, la calidad de dichos materiales, cantidades y precios, entre otros.

Mediante entrevistas semiestructuradas, se efectuaron diferentes consultas a las empresas recicladoras, con el fin de indagar respecto a temas como la capacidad de

⁶ A diferencia de los residuos generados en empresas de características industriales, las cuales contratan sus propios sistemas de gestión de residuos (recolección, transporte y disposición final), los cuales no se mezclan con los retirados desde los domicilios como parte de las labores gestionadas por las municipalidades.

recepción de grandes cantidades de materiales, los precios que actualmente ofrecen a sus clientes, la calidad con que el material debe recepcionarse, entre otras.

En el caso de los metales, la empresa Gerdau AZA, una de las principales dedicadas al reciclaje de chatarra ferrosa, explicó que, en la actualidad un 95% de la materia prima que utilizan para la elaboración de sus productos, corresponde a materiales reciclados. Dicha empresa, separa sus proveedores de chatarra en dos segmentos. El primero de ellos corresponde a proveedores pequeños, es decir, personas naturales o pequeñas empresas que juntan cantidades no muy elevadas de chatarra, medidas en kilogramos por lo general y la transportan hacia la planta para venderla. El segundo segmento, corresponde a sus clientes de carácter industrial que, por sus características, generan grandes cantidades, las cuales se pueden medir en toneladas. Dentro de estas últimas se encuentran empresas del sector minería, elaboración de materiales de la construcción, constructoras, entre otras. Gerdau posee dos plantas procesadoras en la Región Metropolitana, así como también 3 centros de almacenamiento, los cuales están ubicados en las ciudades de Antofagasta, Concepción y Temuco. La chatarra que adquieren a lo largo del país, es transportada por ellos mismos desde los 3 centros de almacenaje hacia las plantas procesadoras, en camiones propios, así como la correspondiente a los alrededores de la Región Metropolitana, es almacenada directamente en las plantas. Puesto que la chatarra es su principal materia prima, declaran que es muy importante para ellos contar con la mayor cantidad posible de este insumo. Durante el año 2016, recibieron desde su segmento industrial, cuarenta mil toneladas de chatarra. Comentan además que ellos mismos posicionan contenedores de gran tamaño en las empresas que les proveen este insumo, encargándose también de las labores de transporte hacia las plantas. El precio de compra varía según la calidad del material que reciben, puesto que, de presentar otro tipo de materiales distintos a la chatarra, como plásticos, vidrio u otros, el precio es castigado. Actualmente, para sus clientes industriales, declaran que el valor de compra se encuentra en el rango de \$100 a \$120 pesos por kilo, cuando el material se encuentra en condiciones óptimas, es decir, no incluye otro tipo de material.



Figura 15. Actividades de reciclaje empresa Gerdau AZA.
Fuente: <http://www.emprendoverde.cl/>

Para el caso de SOREPA, esta empresa adquiere papeles y cartones, los cuales poseen subcategorías dependiendo de los materiales con los cuales se han fabricado, sus condiciones de humedad al momento de la compra y su estado considerando si están manchados o sucios con elementos como residuos orgánicos, aceites, pintura u otros. A partir de la conversación establecida con un ejecutivo del Centro de Compras Conchalí, de esta empresa recicladora, se logró establecer como factor crítico para determinar el precio del papel y cartón reciclado, que la calidad o estado del material, es lo determinante al momento de fijar el valor de compra.

Tabla 2. Precios Papel - Centro de Compras SOREPA – Conchalí, año 2017.

| Tipo de Papel | Precio(\$/Kg) |
|--------------------------------|---------------|
| Bobina post consumo | 1 |
| Blanco 1 mezcla pos-pre consum | 180 |
| Blanco 2 mezcla pos-pre consum | 135 |
| Blanco 3 mezcla pos-pre consum | 71 |
| Ceresinado | 1 |
| Diario leído mezcla pre pos co | 45 |
| Dkl -1 pre consumo | 42 |
| Esquineros post consumo | 5 |
| Guias telefónicas granel | 20 |
| Mixto 2 mezcla pre-pos consumo | 30 |
| Occ-2 post consumo | 62 |
| Revistas pre-pos consumo | 45 |

Fuente: Elaboración propia,
con información extraída de SOREPA

El papel proveniente de una instalación que lo recupere de entre otro tipo de residuos, se compra con un valor bajo, asimilable al tipo Mixto 2, mencionado en la tabla anterior, debido a la alta probabilidad de que el estado de éste no sea el mejor, es decir, contenga humedad y esté sucio.



Figura 16. Contenedores SOREPA.
Fuente: <http://www.sorepa.cl>

Respecto a las cantidades de material que esta empresa está dispuesta a adquirir, comentan que no poseen limitaciones en cuanto a los volúmenes de compra, puesto que al igual que en el caso de Gerdau, pueden instalar contenedores de hasta 40 toneladas, contemplando por cuenta de ellos el retiro con sus camiones, con la frecuencia que sea necesaria, incluida la diaria. Actualmente reciben en el centro de compras cifras cercanas a 200 toneladas por día. Dependiendo del tipo de cliente, las cantidades y frecuencias relacionadas a la generación de papeles y cartones, ellos pueden establecer condiciones especiales en cuanto a tarifas, retiros y otras variables, que optimicen una relación comercial a largo plazo.

La empresa RECUPAC se dedica al reciclaje de varios tipos de residuos como el papel, cartón, tetrapack, maderas, vidrios, latas de aluminio y también plásticos films y botellas PET. Según lo comentado por uno de los ejecutivos de la empresa, las cantidades que reciben de parte de sus proveedores son variadas. Cuentan con contratos de provisión de residuos que especifican cantidades metas para determinados períodos de tiempo, así como también reciben a pequeños recolectores que se acercan a sus tres plantas ubicadas en la Región Metropolitana, a vender sus materiales reciclables.



Figura 17. Punto Verde RECUPAC.
Fuente: <https://sustempo.com/recupac-se-la-juega-la-economia-circular>

Dependiendo de las cantidades reunidas y los acuerdos alcanzados, esta empresa facilita contenedores de gran tamaño a sus proveedores, evaluando caso a caso, según la calidad y cantidad de los residuos que logran reunir sus proveedores, la entrega en forma gratuita de contenedores para reunirlos (en caso de que la frecuencia con la cual se reúnan los residuos sea alta) o arrendarlos (en caso de frecuencia baja). De todas formas, por supuesto sus proveedores pueden disponer de sus propios medios tanto para almacenar sus residuos como para posteriormente llevarlos a las plantas de RECUPAC. En general, por cantidades mayores a 300 kilogramos, la empresa dispone retiro gratuito a domicilio. Respecto a los precios, no cuentan con un tarifario específico para cada tipo de residuo, puesto que, como lineamiento general, evalúan caso a caso los valores que pagarán por ellos. Debido a lo anterior, no se aventuran a establecer un rango de precios mínimos ni máximos, para cada tipo de residuos que reciben, pero si comentan que, previo período de prueba, se pueden establecer valores fijos a pagar, por períodos de tiempo establecidos por contrato, dependiendo de la cantidad y calidad del material que reciban.

Si bien la obtención del producto combustibles sólidos recuperados no forma parte de los obtenidos como resultado de los procesos de la TMB, es interesante efectuar un análisis en este apartado, puesto que la planta podría obtenerlo, pero no existen clientes demandantes en la actualidad dentro del país. Como parte de la investigación de mercado realizada, se sostuvo una entrevista con un ejecutivo de la empresa cementera BSA, quien comentó que dicha firma, no posee plantas que utilicen actualmente dicho producto como insumo para sus hornos. La planta de esta empresa, ubicada en la Región Metropolitana, funciona únicamente con gas natural, tecnología completamente incompatible con otros tipos de combustibles para el funcionamiento de sus hornos. Un dato interesante aportado por este profesional, es que las restricciones vigentes en la Región Metropolitana, respecto a actividades de incineración, son muy altas, lo que fue determinante a la hora de escoger la tecnología a base de gas natural para el funcionamiento de los hornos de BSA. Comenta adicionalmente, que una planta de otra empresa cementera, ubicada en La Calera, efectúa incineración de residuos para el funcionamiento de sus hornos, pero que corresponden a materiales como neumáticos y aceites residuales de la industria automotriz, los cuales no forman parte habitual de los residuos sólidos domiciliarios. Dichos residuos en general, se recolectan en forma selectiva por empresas contratadas por los propios productores de este tipo de elementos, por lo cual rara vez, se pueden encontrar dentro de los residuos sólidos recolectados por cuenta municipal.



Figura 18. Planta de Cemento, Empresa BSA, Quilicura, Región Metropolitana.
Fuente: Memoria Anual 2015, BSA. <http://www.salfacorp.com/>

Lo anterior es importante para la planta TMB, puesto que, por los altos porcentajes de obtención de rechazos de material inorgánico con potencial para CSR, así como también de material biosecado de los túneles que puede utilizarse directamente como CSR, este producto sería ideal para incrementar los ingresos por venta de productos recuperados. Lamentablemente, en Chile, no existe demanda para el uso de este tipo de combustible y, por ende, tampoco posee precio de mercado, por lo cual es considerado como rechazo de la planta, que debe ser dispuesto, por cuenta de ella, en relleno sanitario.

8.2.1.3. Análisis del posicionamiento

El manejo de los RSU es una temática compleja desde varios puntos de vista, pero especialmente difícil desde el sanitario y ambiental. Existen restricciones relacionadas al almacenamiento de los residuos entre la generación en los puntos de origen y el instante en que estos son recolectados para traslados a tratamiento y/o disposición final. También se dificultan las tareas de transporte, las cuales requieren camiones especializados para dichas tareas, puesto que, al tratarse de grandes volúmenes, es necesario compactarlos al momento de la recolección, con el fin trasladar la mayor cantidad de residuos posibles a la vez. Los rellenos sanitarios, por otro lado, conviven con riesgos inherentes a vectores sanitarios, incendios, derrumbes y otros. Y en común, a lo largo de todo este proceso, hay elementos frecuentes que definen actualmente la industria relacionada a la gestión de los residuos sólidos, como lo son la suciedad, el olor y la contaminación de los sectores aledaños a las instalaciones relacionadas con esta industria.

Debido a esto, la estrategia de posicionamiento de la planta, estará enfocada en posicionarla y diferenciarla desde dos puntos de vista.

El primero se relaciona a la diferenciación de los productos, puesto que el resultado del tratamiento a los residuos sólidos ofrecidos por la planta, entrega como consecuencia un producto diferenciado respecto al que actualmente se obtiene de la recolección, transporte y disposición final. La planta debe asegurar que los productos resultantes de los procesos mecánicos y biológicos a los cuales se someterán los residuos sólidos, destaquen en las dimensiones relacionadas a la conformidad, es decir, que cumpla las especificaciones de calidad que fueron concebidas para ellos; prestaciones, considerando que puedan ser utilizados para lo que fueron preparados; productos opcionales, los cuales, dependiendo de los avances tecnológicos que se pueden incorporar a los procesos, puedan tener nuevos usos; reputación, considerando que los productos de la planta, en la actualidad, gozan de un valor ambiental que favorece en términos de imagen de marca, a los actores que se relacionan entre sí para lograr su obtención.

El segundo está relacionado a la diferenciación de los servicios ofrecidos por la planta, ya que se espera que las condiciones de funcionamiento, permitan disminuir los impactos relacionados a la operación típica de las instalaciones relacionadas a los RSU. En este sentido, las dimensiones claves relacionadas a estos servicios están relacionadas a la confianza en la prestación, puesto que es necesario que los clientes

perciban que la operación de la planta es óptima; prestaciones, puesto que deben superar las expectativas y a su vez, superar a la competencia, es decir, a los rellenos sanitarios, en la obtención/prestación de los productos/servicios relacionados; capacidad de respuesta, contemplando que debe asegurar el correcto funcionamiento de los procesos relacionados; apariencia y reputación, asegurando una excelente imagen corporativa, relacionada al bienestar ambiental, incluyendo por ejemplo, visitas guiadas y/o tours que permitan observar el funcionamiento de los diversos procesos que la planta ejecuta con los RSU.

8.2.2. Estrategia de Marketing Operativo

8.2.2.1. Análisis de productos

El producto propuesto por la planta corresponde al servicio de tratamiento mecánico biológico de residuos sólidos urbanos, el cual tiene como fin, la recuperación de materiales inorgánicos con potencial valor económico y, además, la disminución de la cantidad de residuos a disponer en rellenos sanitarios. En la siguiente figura se puede observar la cadena de valor de la planta TMB, a través de sus principales procesos.

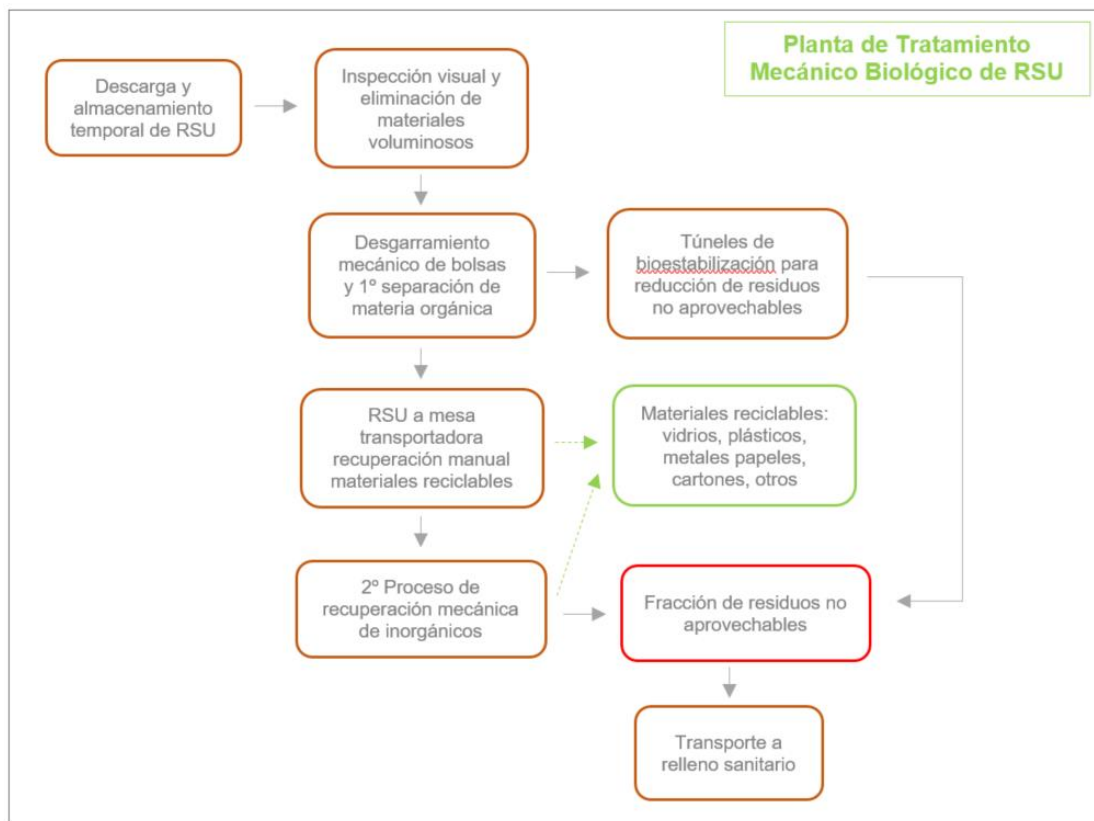


Figura 19. Cadena de valor de la planta TMB y sus principales procesos.
Fuente: Elaboración propia

En el esquema anterior, se pueden identificar los principales procesos y resultados del servicio de tratamiento propuesto por la planta TMB. En primer lugar, se encuentra el almacenamiento temporal de los RSU provenientes de la recolección efectuada por las

empresas especializadas contratadas por los clientes para dichas tareas, las cuales trasladan los residuos hacia la planta. Una vez que los residuos se encuentran almacenados en el lugar indicado para ello, operarios de la planta efectúan una inspección visual, a fin de identificar y retirar residuos voluminosos y otros que puedan presentar dificultades para el funcionamiento de las maquinarias contempladas en el proceso.

Luego, los residuos son introducidos en un trómel, que tiene como función desgarrar las bolsas que contienen a los RSU, así como también efectuar la primera separación de materia orgánica. Dicha materia, puesto que corresponde a la fracción más pequeña de materia orgánica obtenida en el proceso mecánico, se traslada directamente a los túneles de bioestabilización. Una vez que concluye el proceso de biosecado y se ha logrado la reducción de volumen de los residuos orgánicos, se trasladan a la zona destinada para acopio temporal, con el fin de efectuar posteriormente el traslado definitivo a relleno sanitario.

Por otro lado, los demás residuos resultantes del proceso relacionado al trómel, son conducidos a una mesa transportadora, en la cual, mediante una combinación de procesos manuales y mecanizados, se logran recuperar elementos inorgánicos con potencial valor comercial. Operarios de la planta identifican y extraen, por ejemplo, vidrios, plásticos, papeles y cartones, mientras que equipos especiales con imanes incorporados, recuperan metales como latas de aluminio y otros. De esta actividad, se obtienen, por tanto, los productos recuperados en la planta, los cuales corresponden a los materiales inorgánicos con potencial valor económico.

Los residuos que no logran ser recuperados por los operarios y los equipos en la mesa transportadora, que corresponden a una mezcla de materia orgánica e inorgánica, se destinan a un segundo proceso mecanizado de recuperación de materiales inorgánicos, los cuales son conducidos a la zona de los contenedores que acopian los recuperados por los operarios en el proceso anterior. El rechazo de este proceso, es decir, los residuos que no logren ser recuperado, son trasladados a la zona destinada al acopio del material que posteriormente será enviado a relleno sanitario.

En la sección correspondiente a la estrategia de operación, se analizará en mayor detalle los procesos descritos en este apartado.

8.2.2.2. Análisis de precio

El modelo actual de gestión de los RSU, en lo que a la variable precio se refiere, contempla una separación en la tarifa que los clientes pagan por el manejo de sus residuos.

En primer lugar, se encuentra el servicio de recolección y transporte de residuos, el cual comprende las tareas de recolección de estos en sus puntos de origen, que, para el caso de los municipios, se traduce en un barrido exhaustivo de todas las viviendas contenidas en sus respectivas comunas, mediante la programación de rutas efectuadas por camiones recolectores y sus correspondientes operarios. Una vez recolectados los residuos, son transportados directamente a instalaciones de disposición final, como

rellenos sanitarios, o a instalaciones intermedias, como estaciones de transferencia, las cuales a su vez posteriormente efectúan el traslado de los residuos a rellenos sanitarios.

En segundo lugar, se encuentran las tarifas correspondientes a la disposición de los residuos en las instalaciones de disposición final, es decir, en los rellenos sanitarios. En este caso, dependiendo de la cantidad de RSU que se proyecte disponer en dichas instalaciones y el período contemplado para ello, los municipios, deben pagar a dichas empresas, una tarifa calculada por tonelada de residuos dispuesta.

Los servicios de la planta TMB, pretenden ser un sustituto a la disposición final directa de residuos, por lo que el modelo planteado para la operación de ésta, se formula como alternativa que permitirá a los municipios continuar con sus contratos de recolección y transporte de los residuos, mediante sus métodos actuales, esto es, con equipamientos, maquinarias y operadores propios, o mediante la concesión del servicio a través de contratos con empresas especializadas, pero dejando de utilizar en forma directa los servicios que actualmente utilizan correspondientes a las instalaciones de disposición final, es decir, entregar para tratamiento sus RSU a la planta TMB y no a los rellenos sanitarios.

Lo anterior, por tanto, para convertirse en una alternativa atractiva para los clientes, en lo que respecta a la variable precio, intuitivamente debería contemplar que la tarifa correspondiente al servicio entregado por la planta, sea competitiva respecto a la cobrada por los rellenos sanitarios a sus clientes. En la siguiente tabla, se pueden apreciar los montos pagados por una muestra de municipios de la Región Metropolitana, relacionados a la disposición final de sus RSU.

Tabla 3. Muestra de tarifas de disposición final de RSU, Comunas de la Región Metropolitana, año 2014⁷.

| Comuna | Tarifa disposición RSU (\$/ton) | Comuna | Tarifa disposición RSU (\$/ton) |
|---------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Padre Hurtado | 8.930 | Curacaví | 9.303 |
| Puente Alto | 10.469 | Til Til | 9.784 |
| Pirque | 10.098 | Renca | 10.545 |
| Recoleta | 8.900 | Maipú | 9.589 |
| Ñuñoa | 9.273 | Conchalí | 13.485 |
| Lo Barnechea | 12.276 | Lo Espejo | 10.923 |
| Vitacura | 10.010 | San Joaquín | 10.388 |
| Pudahuel | 8.333 | Macul | 11.803 |
| Santiago | 9.214 | La Pintana | 10.006 |
| Providencia | 9.256 | Estación Central | 12.016 |
| Quilicura | 5.927 | El Monte | 8.104 |
| Las Condes | 10.542 | Peñaflor | 8.179 |

Fuente: Elaboración propia, con información extraída del Catastro de sitios de disposición final de Residuos Sólidos Domiciliarios, en la Región Metropolitana de Santiago, SUBDERE, Junio 2015.

Las tarifas cobradas por los rellenos sanitarios a las municipalidades por la disposición de los RSU, se encuentran entre los \$8.000 y \$12.000 por tonelada de residuos dispuesta, aproximadamente.

⁷ Precios IVA incluido.

Por lo tanto, la fijación del precio relacionado al servicio de tratamiento ofrecido por la planta TMB, debería encontrarse alrededor de dichos valores, puesto que los municipios, como el de Ñuñoa, por ejemplo, ponderan la variable precio como una de las más trascendentales, al momento de adjudicar licitaciones relativas a la prestación de este tipo de servicios.

La temática relacionada a la tarifa de prestación del servicio, será analizada nuevamente en el apartado correspondiente a la Estrategia Financiera, con el fin de establecer los ingresos que obtendrá la planta TMB. Así mismo, los precios de mercado relacionados a los materiales recuperados por la planta, serán utilizados en dicha sección, también para proyectar parte de los ingresos de la planta.

8.2.2.3. Análisis de plazas

Para la determinación de la localización de la planta TMB, es necesario considerar varias alternativas, como, por ejemplo, la cantidad de comunas y de RSU generados en ellas, los clientes que demanden las fracciones de residuos recuperadas para comercialización, las rutas y vías de acceso, la cercanía a las instalaciones de disposición final, condiciones climáticas, etc.

Puesto que son varios los factores determinantes para la selección de la ubicación de la planta, se construyó una matriz multicriterio para la selección del sitio más adecuado para la construcción de la planta TMB.

Como parte del proceso previo para la determinación de la localización, se preseleccionó cualitativamente las regiones comprendidas entre la V Región de Valparaíso y la Región del Biobío, puesto que las condiciones climáticas al norte y sur de este rango, incorporan dificultades a los procesos de operación de la planta. De igual forma, la extensión y dispersión territorial que presentan las regiones que no se encuentran en este rango, así como las extensiones y condiciones de las rutas y vías de acceso con las que cuentan, presentan dificultades adicionales para que los clientes puedan optar a la utilización del servicio ofrecido por la planta. Otro inconveniente es la lejanía respecto a los potenciales compradores de materiales recuperados en la operación de la TMB.

Adicionalmente, no se incluyó en la matriz multicriterio, la variable referida a la cercanía a las instalaciones de disposición final, puesto que, en el caso de las 5 regiones preseleccionadas, todas cuentan con vías de acceso expeditas a los rellenos sanitarios presentes en sus respectivas regiones.⁸

Con lo anterior, se incluyó, por tanto, las variables relativas a cantidad de comunas y de RSU por región, cantidad de lluvia y presencia de empresas compradoras de materiales reciclables. En la siguiente tabla, se puede observar los resultados correspondientes a dicha matriz.

⁸ En el Anexo 9, se puede observar la oferta de instalaciones y sitios de disposición final de RSU del país, separadas por región.

Tabla 4. Matriz Multicriterio para selección de localización de la planta TMB.

| Variable | Ponderación del Criterio | V - Región de Valparaíso | | RM - Región Metropolitana | | VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | | VII - Región del Maule | | VIII - Región del Biobío | |
|--|--------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|-----|---|-----|------------------------|-----|--------------------------|-----|
| | | Valor | Rkg ⁹ | Valor | Rkg | Valor | Rkg | Valor | Rkg | Valor | Rkg |
| Cantidad de Comunas ¹⁰ | 25% | 38 | 3 | 52 | 5 | 33 | 2 | 30 | 1 | 54 | 4 |
| Cantidad de RSU (miles de ton) | 35% | 753 | 3 | 3.007 | 5 | 378 | 1 | 430 | 2 | 874 | 4 |
| Lluvia (mm) ¹¹ | 15,0% | 422 | 4 | 359 | 5 | 474 | 3 | 758 | 2 | 872 | 1 |
| Presencia de empresas compradoras de materiales reciclados | 25,0% | 2 | 4 | 5 | 5 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Total | 100,0% | 2,80 | | 4,25 | | 1,60 | | 1,45 | | 2,65 | |

Fuente: Elaboración propia

La matriz multicriterio, incluye valores de 1 a 5 para cada variable, significando 5 la mayor puntuación y 1 la menor. La ponderación para cada variable, corresponde a la importancia relativa que tiene cada una de ellas, al momento de seleccionar la localización para la planta. De esta forma, la variable que posee una mayor importancia es la cantidad de RSU que genera la región, puesto que es un factor crítico de éxito, contar con este insumo básico para la operación de la planta. En segundo lugar, se encuentra la cantidad de comunas de la región, puesto que el modelo de negocios define como cliente a los municipios, entonces la cantidad de comunas equivale a la cantidad de clientes potenciales para la planta. En tercer lugar, está la variable relacionada a la presencia de empresas compradoras de materiales reciclados. En este caso, la totalidad de la muestra identificada en la tabla incluida en el punto referido al poder de negociación de los compradores, se encuentra en la Región Metropolitana, por lo que ésta obtiene el mayor puntaje, seguida de la V Región, en la cual se encuentran presentes 2 de las empresas identificadas, a diferencia de las demás que sólo poseen un representante de la empresa SOREPA. Por último, se incorpora la variable lluvia, puesto que influye directamente en la eficiencia que puede lograr la planta, en las operaciones de algunos de sus procesos al aire libre.

Considerando el resultado de la matriz multicriterio, se establece que la mejor localización para la planta TMB, corresponde a la Región Metropolitana. Lo anterior, es razonable, puesto que dicha región cuenta con la totalidad de actores relevantes desde el punto de vista de la gestión de los RSU, además de generar la mayor cantidad de residuos sólidos y tener el mayor número de municipios.

Respecto a la localización de los rellenos sanitarios presentes en la Región Metropolitana, y considerando la importancia de la cercanía de la planta respecto a dichas instalaciones de disposición final, en la siguiente figura se pueden identificar sus respectivas ubicaciones.

⁹ Rkg: Posición

¹⁰ <http://www.subdere.gov.cl/>

¹¹ <https://es.climate-data.org/>

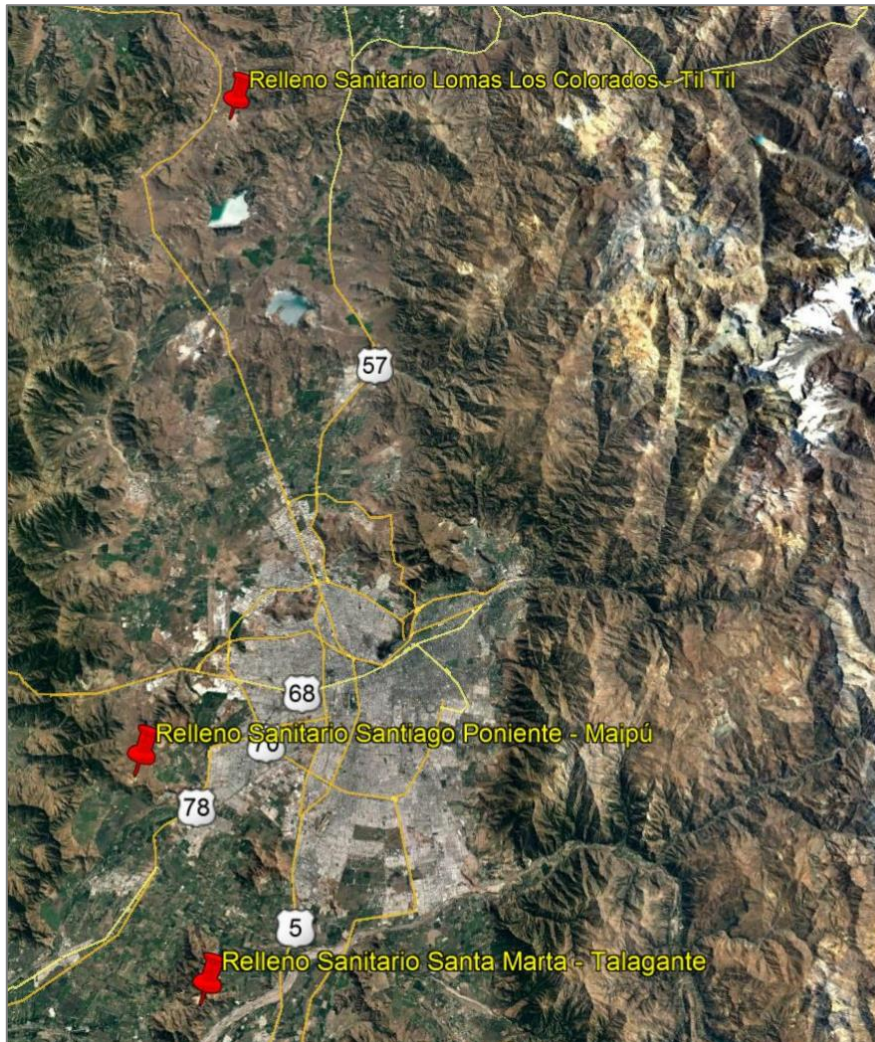


Figura 20. Localización Rellenos Sanitarios de la Región Metropolitana.
Fuente: Google Earth Pro.

Contemplando la ubicación de dichos rellenos sanitarios, las localizaciones ideales para la planta TMB, se encuentran en las comunas más cercanas a dichas instalaciones, pero manteniéndola dentro del radio urbano, para resguardar la cercanía a los municipios que requerirán el servicio de tratamiento. Comunas potenciales para dicha localización pueden ser Quilicura, Maipú, Pudahuel y Talagante.

Considerando dichas comunas, en la siguiente tabla se pueden observar, diferentes alternativas para el arriendo de terrenos disponibles para la instalación de la planta TMB. Importante es comentar, que dichas comunas, cuentan con la clasificación de uso de suelos industrial, que es la adecuada para la construcción y operación de empresas calificadas como molestas.

Tabla 5. Alternativas arriendo de terrenos uso industrial disponibles para planta TMB.

| Nombre | Ubicación | Superficie (m ²) | Valor (\$) | Uso Industrial |
|---|------------------|------------------------------|-------------------|----------------|
| Vespucio Norte Express - Camino Lo Echevers | Quilicura | 49.693 | 26.405.827 | Si |
| Lo Echevers con Asentamiento Colo Colo | Quilicura | 80.000 | 24.000.000 | Si |
| Colo Colo 81 | Quilicura | 169.000 | 54.080.000 | Si |
| Camino a Lonquén 9415 | Maipú | 56.464 | 56.476.463 | Si |

Fuente: Elaboración propia, con información extraída de www.portalinmobiliario.com

8.2.2.4. Análisis de promoción

Dada las características de la planta y el tipo de clientes objetivos, se utilizará para las comunicaciones relativas a las actividades de marketing, acciones enfocadas en la construcción de la notoriedad de la planta y la comprensión de sus productos/servicios. En general, los profesionales ligados al mundo de los RSU, en el contexto de la administración municipal, conocen la cadena de valor de los residuos sólidos domiciliarios y asimilables, identificando los principales problemas que el modelo tradicional de gestión de éstos, poseen actualmente. Durante la primera década de los años 2000, la Subsecretaría de Desarrollo Regional, en conjunto con los Gobiernos Regionales y las diversas municipalidades del país, impulsaron programas de desarrollo de planes de gestión de residuos sólidos urbanos. Dichos planes, fueron adjudicados y ejecutados por diversas empresas consultoras, las cuales expusieron variadas alternativas que, en general, apuntan a la minimización de los RSU en diferentes etapas de la cadena de valor de éstos. Entre ellas se encuentran programas de segregación de residuos por fracción en origen, recicladores de base para elementos como papeles y cartones, puntos limpios y puntos verdes (para fracciones inorgánicas y orgánicas de residuos, respectivamente), plantas de compostaje de materia orgánica, plantas de reciclajes de materiales inorgánicos con potencial valor económico y, por supuesto, plantas de tratamiento mecánico biológico de RSU.

Debido a lo anterior, este tipo de soluciones no es desconocido dentro del ámbito municipal, dedicado a la problemática de los RSU. Por tal motivo, las acciones comunicacionales en primera instancia, deben enfocarse en hacer notar que esta alternativa es una solución factible de incorporar en la gestión de los residuos. Por lo tanto, las primeras actividades estarán dirigidas a las autoridades a nivel gubernamental, es decir, a la unidad denominada Oficina de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente. Dicha unidad tiene entre sus funciones la *“sensibilización e información a la sociedad en la gestión y manejo adecuado de residuos”*, así como también, *“generar y recopilar la información técnica y científica para la prevención de la contaminación y la recuperación, mejora o mantención de la calidad ambiental, en particular, lo referente a las mejores tecnologías disponibles”*. De esta forma, se solicitará el apoyo para la ejecución de seminarios de carácter técnico / comercial, en los cuales se comunique que la alternativa de tratamiento mecánico biológico para los RSU es factible tanto técnica, como económicamente para los municipios y otros actores, que, por las características de sus residuos, deseen hacer uso de los servicios de la planta.

Luego, se continuará con actividades para el reforzamiento del mensaje, centrando el esfuerzo en mantener la presencia de la planta como una potencial alternativa para la gestión de los residuos de los clientes objetivos, así como también los beneficios que recibirán por utilizarlos. Se reforzará las presentaciones efectuadas en los seminarios

anteriores, pero esta vez, con un carácter personalizado por municipio. La idea será reforzar el concepto relacionado a la visión de los residuos sólidos como un recurso, para lograr que los beneficios percibidos por el cliente como resultado del servicio ofrecido, sean superiores a los costos en los que incurren para gestionarlos. En este sentido, será necesario presentar ejemplos con información de este tipo de tratamientos en otros lugares, con el fin de reforzar la idea de gestionar los RSU antes de disponerlos en relleno sanitario. Será necesario, por tanto, mantener una frecuencia de mensaje a través de más de una sesión de presentación por cliente, considerando incluir en diversas instancias a otros actores municipales que puedan considerar este servicio, como una buena alternativa para su problemática.

Otra acción relacionada a los aspectos comunicaciones y de promoción de los servicios prestados por la planta TMB, será la planificación e implementación de visitas guiadas para los diversos actores de la sociedad, en especial para aquellos que tendrán mayor cercanía con las operaciones, ya sea porque serán beneficiarios directos debido a que su comuna es cliente de la planta o porque interactúan con ella día a día, por vivir y/o desarrollar sus actividades cotidianas en las cercanías de ésta. Lo importante es que la comunidad también logre percibir el valor que esta iniciativa entrega a los residuos, con el fin de que los correspondientes beneficios percibidos por ellos, incentiven a sus autoridades comunales a mantener las relaciones comerciales con esta organización.

8.3. Estrategia de Operación

8.3.1. Descripción de los principales procesos de la planta

Los procesos que contempla la planta TMB, fueron diseñados sobre la base de los utilizados por la Planta de Tratamiento Mecánico Biológico Arraiz – Bilbao. Este diseño, contempla la infraestructura necesaria para el tratamiento de los RSU, considerando la obtención de materiales reciclables inorgánicos. Una variable crítica para la selección del modelo a utilizar, corresponde a que el proceso de tratamiento biológico de los RSU utilizado por la planta de Bilbao, la cual utiliza túneles de biosecado, permite un tratamiento más veloz de la fracción orgánica de residuos, en comparación con la utilización de membranas sobre pilas conformadas con material orgánico para el tratamiento de estos. Además, los túneles permiten un mejor aprovechamiento de la superficie disponible para esta tarea, debido a la mayor capacidad de carga que estos poseen en contraste con la conformación de pilas, la cual requeriría una superficie disponible más extensa.

A continuación, se describen los principales procesos para la planta TMB.

8.3.1.1. Recepción, descarga y almacenamiento temporal de los RSU

Para la ejecución de este proceso, la planta contará con un área dedicada a la recepción descarga y almacenamiento de los RSU que transportarán los camiones recolectores municipales, desde las rutas efectuadas en sus respectivas comunas. Dicha área estará acondicionada para el almacenamiento temporal de los residuos, por lo que tendrá una loza de material adecuada para ello, contemplando los elementos de recolección de líquidos lixiviados para su correcto tratamiento. Adicionalmente, se debe

considerar que, al momento del ingreso de los camiones a la planta, estos registrarán la cantidad de RSU que transportan, al pasar por una báscula que efectuará el registro correspondiente.



Figura 21. Puertas de entrada de camiones con RSU al área de almacenamiento temporal, descarga de camión recolector y área de almacenamiento temporal de residuos

Fuentes: <http://agenciasanluis.com/wp-content>.

Presentación de GARBIKER – “TMB – TRATAMENTUTEGI MEKANIKO BIOLOGIKOA”

8.3.1.2. Acondicionamiento de los RSU previo a los tratamientos

Con el fin de evitar problemas como atascos en los equipos y maquinarias utilizadas en el proceso mecánico, los RSU son trasladados al área de inspección visual, en la cual operarios manualmente extraen todos aquellos residuos excesivamente voluminosos, los cuales no deben ingresar al tratamiento mecánico de la planta. Estos residuos voluminosos que fueron separados del resto, son trasladados directamente al área de clasificación manual de la planta, es decir, la correspondiente a los materiales reciclables. Los materiales voluminosos que posean valor, serán almacenados en el área adecuada para los materiales reciclables recuperados. Por el contrario, los voluminosos que no posean valor, serán destinados directamente al área correspondiente a residuos que se trasladarán finalmente a relleno sanitario.

Una vez separados los residuos voluminosos, los restantes residuos, que corresponden prácticamente a la totalidad, serán introducidos al primer equipo del tratamiento mecánico provisto por la planta, tal como será descrito a continuación.

8.3.1.3. Tratamiento mecánico de los RSU

Los RSU son trasladados a un primer trómel, el cual cuenta con una malla de 350 milímetros y pásas que tienen por objeto el desgarramiento de las bolsas de mayor tamaño que contienen a los residuos. La fracción de residuos mayor a 350 milímetros, al no pasar a través de los orificios del trómel, son dirigidos mediante una cinta transportadora, hacia el área de clasificación manual de materiales inorgánicos recuperados, en la cual, operarios manualmente seleccionarán aquellos visiblemente con potencial valor.



Figura 22. Trómel separación de RSU
Fuente: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia>.



Figura 23. Operarios recuperando material reciclable en mesa transportadora.
Fuente: <http://ww1.hdnux.com/photos>.

Por el contrario, los materiales que pasen a través de la malla de 350 milímetros, son destinados, en primera instancia, a una maquina desgarradora de bolsas más pequeñas que las anteriores, que tiene por objeto, abrirlas correctamente y permitir que los residuos sean liberados de éstas.

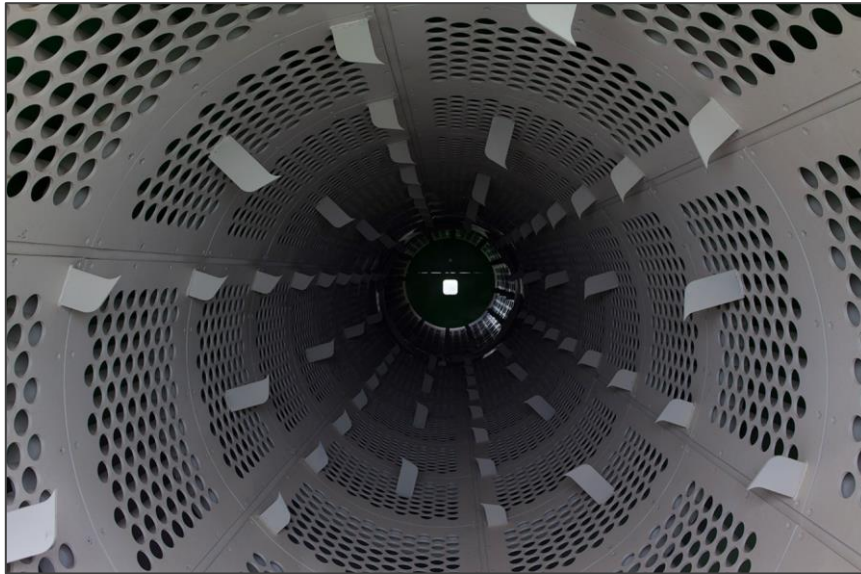


Figura 24. Trómel desgarramiento.

Fuente: <http://www.consortiovalenciainterior.com/elviajedelabasura>

Estos residuos liberados, son trasladados a través de una cinta transportadora, hacia un área de separación de vidrios. Los restantes materiales, que continúan su trayecto en la cinta transportadora, son dirigidos a un segundo trómel, el cual posee una mayor longitud que el primero, contando con dos tipos de mallas distintas, las cuales permitirán la clasificación de los materiales en 3 diversos tamaños.

- ✓ Fracción fina menor a 80 milímetros: la primera sección del trómel, posee una malla de 80 milímetros, la cual permite que pasen a través de ella, los residuos de menor tamaño. Éstos, mediante una cinta transportadora, son dirigidos a los equipos automatizados que efectúan la separación de metales ferrosos a través de un separador magnético y no ferrosos a través de un separador inductivo para captar aluminio. Ambos tipos de metales, son trasladados al área de materiales inorgánicos recuperados. La fracción de residuos restantes, la cual está compuesta casi en su totalidad por materia orgánica, se traslada también en cinta, hacia un sistema de carga automática, que los deriva a los túneles de biosecado para proceder a la reducción de volumen y, posteriormente, al traslado de rellenos sanitario. Dichos túneles serán descritos más adelante, en los procesos de tratamiento biológico.
- ✓ Fracción intermedia 80-150 x 250 milímetros: la segunda malla del trómel, permite que pasen a través de ella, los materiales del rango de tamaño enunciado. Los residuos de esta fracción, se dirigen inicialmente a un separador de plástico film, el cual extrae las bolsas plásticas desgarradas en el trómel, que son trasladadas al área de materiales recuperados. Luego, los demás residuos, continúan hacia a un separador balístico, del cual, a su vez, se obtienen tres tipos de fracciones de residuos: fina, planares y rodantes.

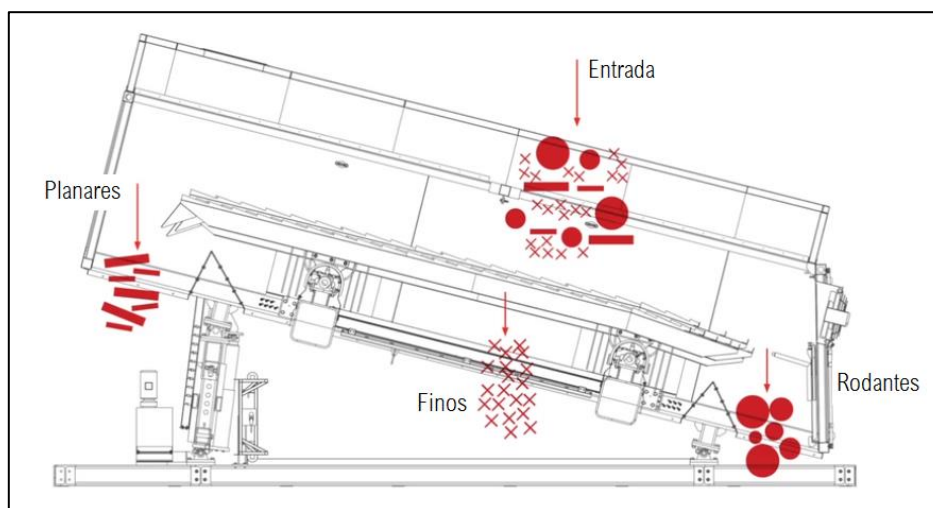


Figura 25. Separado Balístico de RSU
 Fuente: <http://www.biannarecycling.com/>

La fracción fina, consistente en residuos como restos de alimentos, arenas, etc., es enviada hacia la cinta que recoge la fracción fina menor a 80 milímetros del trómel, para someterlos a los separadores magnéticos e inductivos, y su posterior derivación hacia los túneles de biosecado.

La fracción de elementos planares, es decir, elementos livianos como papeles, cartones, etc., los cuales, por efecto del movimiento del separador balístico, se trasladan hacia arriba, se dirigen mediante cinta transportadora, hacia separadores magnéticos, inductivos y al área de separación manual de elementos reciclables. Luego, los residuos no recuperados en dichos procesos, se dirigen hacia el área de almacenamiento de rechazos, para traslado a relleno sanitario.

Los elementos rodantes, es decir, aquellos residuos más pesados como botellas, latas y otros, que por sus características rodarán hacia abajo en el separador balístico, se dirigen a un separador magnético, para recuperar los elementos férricos. El restante, se introduce en un primer separador óptico que clasifica los residuos, logrando la separación de los plásticos contenidos en ellos, los cuales se introducen en un segundo separador óptico, que separa dichos elementos según sean PET o PEAD, los cuales son dirigidos al depósito en el cual se encuentran dichos materiales reciclables. Los residuos resultantes del primer separador óptico, puesto que aún poseen algunos materiales que deben ser extraídos, como los envases tipo brick (tetrapack) y aluminios, son trasladados a un separador óptico y uno inductivo, respectivamente. Finalmente, el material restante, se traslada al área de rechazos y al igual que los rechazos anteriores, finalmente serán trasladados a relleno sanitario.

- ✓ Fracción gruesa 150x250-350 milímetros: finalmente, los materiales que no pasen a través de las mallas anteriores del trómel, serán dirigidos a través de cintas por separadores magnéticos y de inducción, para extraer los metales ferrosos y no ferrosos, respectivamente. Luego, los materiales restantes son trasladados hacia el área de rechazo y posteriormente a relleno sanitario.

8.3.1.4. Tratamiento biológico de los RSU

La fracción fina de RSU menor a 80 milímetros, compuesta por materia orgánica, se introduce mediante sistemas automáticos de carga, en túneles cerrados de estabilización por método anaerobio, es decir, mediante tratamiento biológico. Puesto que se trata de túneles cerrados, permite efectuar un mejor control de los gases y olores resultantes del proceso. La ventaja principal de este sistema, es que requiere un menor espacio para su construcción, puesto que el tiempo promedio de estabilización de la materia orgánica en ellos, es menor que en otras alternativas como pilas de compostaje al aire libre, por ejemplo. Estos túneles, poseen su propio sistema de ventilación, el cual utiliza una mezcla de aire fresco en conjunto con aire procedente de otros túneles de estabilización, la cual puede ajustarse, dependiendo de la fase del proceso en que se encuentre la materia orgánica, a través de sistema digitalizados. También se humidifica reutilizando los lixiviados procedentes de anteriores cargas de los propios túneles, mezclados con agua en caso de ser necesario. Dichos lixiviados, son extraídos mediante las válvulas de ventilación provistas para dicho sistema, las cuales tiene una doble función, recolectando dichos líquidos y conduciéndolos a estanques de almacenamiento para su posterior utilización. El seguimiento y control del proceso de estabilización en los túneles, es completamente controlado mediante un sistema computacional, a través del cual se monitorean y programan los procesos contemplados para la obtención del material bioestabilizado. El proceso de descarga de los túneles, al igual que el correspondiente a la carga de éstos, es completamente automatizado, mediante cintas transportadoras y equipos ubicados en la entrada de los túneles.

En cuanto a los procesos de tratamiento de olores, la planta cuenta con un sistema de captación y conducción de aire y gases generados, hacia un sistema de depuración de olores. Dicho sistema, aprovecha dichas emisiones para la recirculación de éstas en los túneles de estabilización, con el fin de introducirlo nuevamente en el proceso de biosecado. Por otro lado, la planta al ser completamente cerrada, requiere un sistema de tratamiento de aire y desodorización, el cual se efectuará a través de lavado químico (lavado ácido) en conjunto con la aplicación de un biofiltro orgánico cerrado (para la degradación biológica mediante microorganismos, de sustancias orgánicas presentes en el aire), el cual expulsará las emisiones resultantes a la atmósfera mediante una única chimenea, con el objeto de mantener un solo punto de emisión al ambiente.

La materia orgánica biosecada, tendrá un menor volumen, lo que contribuirá a trasladar una menor cantidad de residuos al relleno sanitario, en contraste a la que inicialmente ingresó a los túneles.

8.3.1.5. Traslado de los materiales valorizables y de los no recuperados

Tanto los productos valorizables obtenidos mediante los tratamientos efectuados por la planta TMB, como también los residuos que, una vez ejecutados todos los procesos anteriores, no lograron cumplir con los requerimientos para tener un valor económico a ser aprovechado, serán trasladados hacia las instalaciones de los clientes y al relleno

sanitarios, respectivamente, en camiones de propiedad de los clientes o de la planta, según corresponda, ambos habilitados para dichas actividades.



Figura 26. Camión transportador de residuos, contenedor abierto.
Fuente: <http://www.ecoservicios.mx>.

8.3.2. Modelo de gestión de la planta

Para la prestación del servicio de tratamiento de los RSU de los clientes y la disposición final de los no recuperados en los procesos de la planta, se establecerá una tarifa única, por tonelada de residuos tratadas. Esta tarifa no incluirá el servicio de recolección y transporte de residuos desde los generadores de éstos hacia la planta TMB, por lo que dicha actividad, debe ser efectuada por el propio cliente.

El cliente, mediante la empresa especializada que le presta el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, traslada los RSU desde sus habituales rutas de recolección, hacia el área de almacenamiento temporal de RSU en la planta TMB. Una vez que los residuos se encuentran en dicha área, la planta se encargará de efectuar el tratamiento mecánico biológico, con el fin de efectuar la recuperación de los materiales con potencial valor económico y, comercializarlos, generando ingresos que en su totalidad serán de propiedad de la planta. A su vez, las fracciones de residuos que no logren ser recuperados a lo largo de los procesos ejecutados por la planta, serán trasladados y dispuestos en un relleno sanitario, generando un gasto que correrá por cargo de la TMB.

Es importante mencionar que, puesto que la tarifa cobrada al cliente, incluye la gestión referida a tratamiento y disposición final de los RSU, el incentivo para la planta respecto a ejecutar los procesos con un grado de eficiencia superior, es alto, puesto que entre mayor sea la cantidad de materiales recuperados que logren traducirse en ingresos para ella, así como también, menor sea la fracción de RSU los cuales deban disponerse en rellenos sanitarios, se tendrá mayores ingresos y menores gastos, respectivamente.

8.3.3. Infraestructura y maquinarias definidas para la operación

La infraestructura requerida para el funcionamiento de la planta contempla, obras civiles destinadas a 3 naves dedicadas a la recepción y almacenamiento de los residuos, instalación y funcionamiento de las maquinarias contempladas para los diversos procesos de tratamiento mecánico y la destinada a las tareas de biosecado de los residuos orgánicos.

La nave destinada a la recepción y almacenamiento de los residuos procedentes en los camiones de recolección y transporte que ingresarán a la planta con la materia prima (RSU), contempla una plataforma para efectuar la descarga de los residuos a tratar, un área dedicada a la expedición de éstos, es decir, a las maniobras necesarias para trasladarlos hacia la siguiente área incluida dentro de esta nave, la cual corresponde al depósito o almacenamiento transitorio de los RSU recibidos.

La nave en la cual se instalarán las maquinarias y equipamientos necesarios para la operación de la planta TMB, contendrá, además del espacio propiamente tal destinado a esta función, un área para la instalación dependencias de carácter social, en la cual el personal que trabaja en la planta, podrá efectuar labores habituales asociadas a las jornadas laborales (pequeña área de descanso, baños, algunos casilleros, etc.). También dentro de esta nave, se localizará el área correspondiente a las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de la planta.

Los túneles de biosecado y sus respectivas instalaciones auxiliares (como aireadores, humidificadores, sistema desodorizador para el tratamiento de olores y otros) estarán ubicados dentro de la nave precisamente dedicada a dicha tarea.

Respecto a las maquinarias necesarias para la obtención de los materiales recuperados, considerando los procesos en los cuales intervienen, son descritas a continuación.

Las maquinarias y equipos necesarios para efectuar el proceso de tratamiento mecánico de los RSU recibidos, corresponden a los trómeles, separadores balísticos, separadores magnéticos y separadores inductivos, trituradoras, mesas transportadoras automatizadas y todos aquellos descritos en las secciones anteriores referidas a la operación de la planta. Dada la gran cantidad de residuos tratados, la planta contará con 2 líneas paralelas de tratamiento mecánico, a través de las cuales se podrán obtener los materiales reciclables.

Para el tratamiento biológico, se contará con 15 túneles herméticos para maduración de los residuos orgánicos provenientes de la fracción fina separada por el trómel utilizado al inicio del proceso mecánico. Dichos túneles poseen una longitud de 27 metros, considerando un ancho de 7 metros y un alto de 5 metros.

Otros equipos necesarios para el funcionamiento de la planta corresponden a:

- ✓ Báscula para registro de cantidades de RSU que ingresan a la planta, del tipo romana, para peso de los camiones
- ✓ Camión y carro transportador acondicionado para traslado de fracción RSU no recuperada, a relleno sanitario.
- ✓ Contenedores de 35 metros cúbicos para almacenamiento temporal de fracción de RSU no recuperada.
- ✓ Cargador Frontal, para remoción y carga de RSU en equipos y maquinarias asociadas a los diversos procesos.
- ✓ Pulpo hidráulico para carga de RSU en maquinarias.
- ✓ Trituradora de materiales para disminución de volumen de los residuos sólidos
- ✓ Contenedores de diversos tamaños para el almacenamiento de los materiales recuperados en la mesa correa transportadora.
- ✓ Equipos para la compactación y enfardado de los materiales recuperados

En cuanto a obras menores relacionadas a las obras civiles contempladas en la planta, se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Nivelación y movimiento de tierras, para la adecuación del terreno a las necesidades de la planta TMB.
- ✓ Construcción de loza para área de descarga y almacenamiento de RSU proveniente de las comunas.
- ✓ Red de agua, alcantarillados, evacuación de aguas lluvias.
- ✓ Sistema de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Instalaciones eléctricas de carácter trifásico, para el funcionamiento de los equipos.
- ✓ Cierros y cercos perimetrales e interiores.
- ✓ Caminos y senderos interiores.

No considerado dentro de esta sección, pero importante de mencionar puesto que forman parte esencial para el funcionamiento de la planta, se encuentra el personal necesario para efectuar todas las labores relativas a la operación y también la administración del negocio. Entre éstos, será necesario contar con operarios para el cargador frontal y pulpo hidráulico, chofer y operarios para el camión de traslado de fracciones no recuperadas de RSU a relleno sanitario, registro y operación de la báscula, operarios para los equipos trómel, compactadoras y enfardadoras de materiales recuperados y mesa correa transportadora, así como también los operarios destinados a la recuperación de materiales reciclables y manejo de los túneles de biosecado. Si bien la planta es capaz de operar sus maquinarias en forma automática para casi la totalidad de sus procesos, es necesario contar con operarios que los monitoreen y permitan operar manualmente los equipos que correspondan (como camiones y cargadores frontales, por ejemplo), así como aquellos mecanizados, que en general son automáticos y que, en caso de requerirse, deban operarse manualmente.

8.4. Estrategia Financiera

Considerando al municipio de Ñuñoa, como cliente objetivo en cuanto al servicio de tratamiento ofrecido por la planta TMB, el análisis respecto a los ingresos y costos que ésta tendrá a lo largo del período de evaluación, se encuentra estrechamente relacionado a variables como la población de la comuna, la cantidad de residuos generada por dicha población en el tiempo, la composición de dichos residuos y la efectividad de los procesos de la planta en cuanto a la recuperación de materiales con potencial comercializador que puede lograr. Dicho lo anterior, en este apartado se describen éstas y otras variables relevantes para el cálculo de los ingresos de la planta TMB.

8.4.1. Crecimiento de la población y generación per cápita de RSU

La población para el año 2019 en la Región Metropolitana alcanzará los 7.645.626 habitantes. Según la proyección efectuada como parte de este estudio, para el año 2050, esta región contará con 9.011.032 habitantes. Por otra parte, la generación per cápita de RSU para el año 2019, se ha calculado en 1,28981 kilogramos anuales. Según el Ministerio de Desarrollo Social, a través de su Metodología de Proyectos de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables, como también considerado en los resultados de los estudios efectuados por CONANA relacionados a los RSU, la tasa de crecimiento de la generación per cápita de RSU en Chile puede llegar a 4,5% anual. Para efectos de proyección en este estudio, puesto que dicho rango corresponde a la cota superior para este indicador, se utilizó un 3,5%.

8.4.2. Proyección de cantidades de RSU tratados por la planta

Considerando la cantidad de residuos generadas por los habitantes de Ñuñoa en el año 2014, correspondiente a 78.447 toneladas al año, utilizando la tasa de crecimiento de los RSU en el país correspondiente a 3,5% e incluyendo el crecimiento de la población para dicho período, se estimó una proyección de los residuos generados al año por dicha comuna. De esta forma, para el año 2019, se proyectan 93.876 toneladas de RSU generadas en la comuna de Ñuñoa, la cual alcanzará una generación de 183.698 y 321.416 toneladas, para los años 2035 y 2050, respectivamente. Por tanto, la cantidad de RSU a las cuales, la planta proyecta efectuar tratamiento, se encuentran entre las 93.876 y 321.416 toneladas anualmente, a lo largo del período de evaluación.

Tomando en cuenta la tabla anteriormente expuesta, relativa a la composición de los RSU en Chile, potencialmente la cantidad de residuos por fracción que serán tratados por la planta, pueden observarse detalladamente en la siguiente tabla.

Tabla 6. Proyección de la cantidad y composición de los RSU tratados por la planta

| Cantidad de RSD generado por fracción (ton/año) | Año 2019 | Año 2020 | Año 2021 | Año 2035 | Año 2050 |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Papeles y Cartones | 11.641 | 12.173 | 12.719 | 22.779 | 39.856 |
| Textiles | 1.878 | 1.963 | 2.051 | 3.674 | 6.428 |
| Plásticos | 8.824 | 9.228 | 9.642 | 17.268 | 30.213 |
| Vidrios | 6.196 | 6.479 | 6.770 | 12.124 | 21.213 |
| Metales | 2.159 | 2.258 | 2.359 | 4.225 | 7.393 |
| Otros | 13.143 | 13.744 | 14.360 | 25.718 | 44.998 |
| Materia Orgánica | 50.036 | 52.324 | 54.670 | 97.911 | 171.315 |
| Total | 93.876 | 98.169 | 102.570 | 183.698 | 321.416 |

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinadas las cantidades potenciales, se hace necesario estudiar el nivel de recuperación que es factible lograr una vez ejecutados los procesos contemplados en la planta. Según el estudio realizado por el Congreso Nacional de Medio Ambiente de España¹², las plantas de tratamiento mecánico biológico distribuidas por todo el territorio español, logran los porcentajes de recuperación para las diversas fracciones de residuos, que pueden observarse en la siguiente tabla. Además, en ella se puede ver la cantidad de materiales y residuos resultantes del tratamiento de la TMB, aplicado a los residuos sólidos de Ñuñoa.

Tabla 7. Proyección cantidad y composición - materiales recuperados por la planta

| Cantidad de RSD recuperado en la planta por fracción (ton/año) | Porcentaje de Recuperación ¹³ | Año 2019 | Año 2020 | Año 2021 | Año 2035 | Año 2050 |
|--|--|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Papeles y Cartones | 3,84% | 3.606 | 3.771 | 3.940 | 7.057 | 12.347 |
| Textiles | 0,00% | - | - | - | - | - |
| Plásticos | 1,31% | 1.226 | 1.282 | 1.339 | 2.398 | 4.197 |
| Vidrios | 0,22% | 202 | 211 | 221 | 395 | 692 |
| Metales | 1,08% | 1.013 | 1.059 | 1.106 | 1.982 | 3.467 |
| Otros | 0,00% | - | - | - | - | - |
| Materia Orgánica Biosecada | 13,41% | 12.586 | 13.161 | 13.751 | 24.628 | 43.092 |
| Pérdidas del Proceso de Biosecado ¹⁴ | 15,91% | 14.934 | 15.617 | 16.317 | 29.223 | 51.132 |
| Rechazos | 64,24% | 60.310 | 63.068 | 65.895 | 118.015 | 206.491 |
| Total | 100,00% | 93.876 | 98.169 | 102.570 | 183.698 | 321.416 |

Fuente: Elaboración propia, con información contenida en estudio realizado por el Congreso Nacional de Medio Ambiente de España.

8.4.3. Precios de Tratamiento de RSU y materiales recuperados por la planta

En la sección correspondiente al Marketing Operativo, se mencionó que los municipios, debido a la gran cantidad de recursos que destinan a la gestión de los RSU generados por los habitantes de sus respectivas comunas, ponderan la variable precio como una de las más trascendentales al momento de adjudicar licitaciones relativas a la prestación de servicios. Los representantes del municipio de Ñuñoa, comentaron que existe una disposición a pagar por servicios de tratamiento de residuos en dicha municipalidad, pero la variable precio es la más relevante, puesto que no puede exceder lo que ya pagan por utilizar los servicios de la planta de transferencia y/o relleno sanitario.

Considerando esto, la decisión respecto a la fijación de la tarifa cobrada por la planta para el tratamiento de los RSU, corresponde a mantener el precio que el relleno sanitario cobra al municipio por la disposición de los RSU, el que alcanzó los \$9.273 pesos, IVA incluido, para el año 2014. Previo reajuste por IPC, proyectado para el año

¹² Estudio de la situación actual de las plantas de tratamiento mecánico-biológico en España, Universidad Jaume I de Castelló, Antonio Gallardo Izquierdo, Año 2014.

¹³ Los residuos provenientes de materiales textiles y otros de difícil clasificación, son considerados dentro de los destinados a la obtención de CSR Inorgánico.

¹⁴ Las pérdidas del proceso de biosecado corresponden a la reducción de masa de materia orgánica derivada de pérdida de agua y descomposición, la cual se estima en 54,27% de la que ingresa a los túneles de biosecado, es decir, a un 15,91% del total de los residuos tratados.

2019, la tarifa alcanzaría los \$ 10.836¹⁵, IVA incluido, por tonelada de residuos tratado, a lo largo del período de evaluación.

Por otro lado, los principales materiales recuperados por la planta corresponden a papeles y cartones, plásticos, vidrios y metales. Los precios ofrecidos por las empresas consultadas en el apartado relativo al segmento objetivo de materiales recuperados para la venta, pueden observarse en la siguiente tabla.

Tabla 8. Precio promedio de compra de materiales recuperados por la planta

| Material | Precio de Compra (\$/kg) ¹⁶ |
|--------------------|--|
| Papeles y Cartones | 30 |
| Plásticos | 200 |
| Vidrios | 30 |
| Metales | 110 |

Fuente: Elaboración propia

8.4.4. Ingresos por venta

Considerando los valores correspondientes a las cantidades de residuos tratados por la planta TMB, así como los materiales comercializados por ésta, se puede observar en la siguiente tabla, los ingresos por venta de la planta de tratamiento mecánico biológico, para los años 2019, 2020, 2021, 2035 y 2050.

Tabla 9. Ingreso tratamiento de RSU y venta materiales recuperados por la planta

| Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2035 | 2050 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ingreso por tratamiento de RSU (\$) | 854.786.550 | 893.874.741 | 933.949.380 | 1.672.652.477 | 2.926.644.650 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados (\$) | 395.612.915 | 413.703.739 | 432.251.112 | 774.138.202 | 1.354.511.745 |
| Ingreso Total (\$)¹⁷ | 1.250.399.465 | 1.307.578.480 | 1.366.200.492 | 2.446.790.679 | 4.281.156.395 |

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 7 se puede observar en detalle, los cuadros correspondientes a todos los ingresos y costos generados por la planta, para el período de evaluación, en este modelo de financiamiento.

8.4.5. Costos de la planta

Los costos relacionados a la operación de las plantas TMB alrededor del mundo, varían dependiendo de los diversos procesos incluidos en su diseño, para la obtención de los productos que elaboran. Diferentes estudios presentan información relativa a los costos de operación de las plantas TMB, de los cuales, el titulado *Alternativas de Valorización y Eliminación de Residuos Sólidos Urbanos*¹⁸, entrega una separación de

¹⁵ Se consideró la inflación del período 2014 – 2016, correspondiente a 11,55%, más la estimada para el año 2017 de 2,3% y la estimada para el año 2018 de 3%, para el reajuste de precios desde el 2014 al 2019.

¹⁶ Valores IVA incluido.

¹⁷ Proyección efectuada con valores sin IVA.

¹⁸ Cátedra ACAL Ciudad Sostenible, Javier Rodrigo Ilarri; María Elena Rodrigo Clavero; José María Fernández González; Octubre 2014.

dichos costos, por tonelada tratada según el proceso por el cual los residuos son transformados en material recuperado.

Por otro lado, otros costos relevantes para la evaluación de factibilidad corresponden al uso del terreno para la construcción de la planta, así como también la tarifa de disposición final de los residuos que no logren ser recuperados durante el tratamiento de los RSU.

8.4.5.1. Arriendo de terreno

Para la instalación de la planta TMB, considerando la cantidad de residuos sobre los cuales efectuará tratamiento, es necesario contar con un terreno de a lo menos 24 hectáreas, habilitado para el uso industrial. Considerando las comunas analizadas y seleccionadas previamente, mediante el análisis multicriterio efectuado en la sección correspondiente al marketing operativo, se efectuó una búsqueda de terrenos que cumplieran con las características necesarias para la instalación de la TMB. La alternativa ideal, corresponde a un terreno de valor de arriendo mensual de \$24 millones, es decir, \$288 millones anualmente.

8.4.5.2. Costo de operación tratamiento mecánico y reciclables

Este costo corresponde al incurrido por la planta TMB, en cuanto a la operación de los procesos relativos al tratamiento mecánico de los residuos, incluyendo las actividades ejecutadas para la recuperación de los materiales reciclables. Este costo está relacionado a la cantidad de RSU que ingresa al proceso de tratamiento mecánico efectuado por la planta. La cantidad de residuos que ingresan a estos procesos mecánicos, ascienden en el año 2019 a 66.356 toneladas de las 93.876 toneladas generadas en la comuna. El costo unitario, en el que se incurre para la ejecución de este proceso, alcanza los \$21.706 por tonelada de residuos tratada mecánicamente, IVA incluido.

8.4.5.3. Costo de operación tratamiento biológico

Este costo está relacionado a la cantidad de residuos orgánicos a los cuales se les aplican los procesos biológicos que forman parte de la planta TMB. La cantidad de residuos que ingresan a este proceso, en el año 2019, corresponde a residuos orgánicos equivalentes a 27.520 toneladas de las 93.876 toneladas anuales de dicho año. El costo unitario en el que se incurre para la ejecución de este proceso, alcanza los \$7.899 por tonelada de residuos tratada, IVA incluido.

8.4.5.4. Costo de disposición final de residuos no recuperados

Acorde a lo mencionado en la sección correspondiente a los ingresos por tratamiento de RSU, respecto a igualar la tarifa que la planta cobrará por dicho tratamiento, respecto a la pagada por el municipio de Ñuñoa al relleno sanitario por la disposición final de sus residuos, se utilizará como tarifa de disposición final de los

residuos que no logren ser recuperados, \$10836 por tonelada dispuesta, IVA incluido. La cantidad de residuos rechazados por la planta en el año 2019 y que deben ser dispuestos en relleno sanitario, corresponde a 72.892 toneladas.

8.4.5.5. Costos totales de la planta

Con todo lo anterior, en la siguiente tabla se puede observar, un resumen de los costos por tonelada de residuos tratadas, para cada tratamiento ejecutado por la planta. Así mismo, se incluyen los costos totales por proceso, para los años 2019, 2020, 2021, 2035 y 2050, respectivamente.

Tabla 10. Costo por tratamiento de RSU en la planta

| Proceso | Costo (\$/ton) ¹⁹ | Año 2019 | Año 2020 | Año 2021 | Año 2035 | Año 2050 |
|--|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Arriendo Terrenos | | 288.000.000 | 288.000.000 | 288.000.000 | 288.000.000 | 288.000.000 |
| Tratamiento Mecánico y Recuperación de Materiales Reciclables (\$) | 18.240 | 1.210.341.044 | 1.265.688.245 | 1.322.432.213 | 2.368.404.073 | 4.144.003.135 |
| Tratamiento Biológico (\$) | 6.638 | 182.662.794 | 191.015.708 | 199.579.420 | 357.435.872 | 625.406.530 |
| Disposición Final de Residuos no Recuperados (\$) | 9.105 | 663.747.946 | 694.100.209 | 725.218.457 | 1.298.826.761 | 2.272.560.764 |
| Costo Total (\$) | | 2.344.751.784 | 2.438.804.162 | 2.535.230.090 | 4.312.666.706 | 7.329.970.429 |

Fuente: Elaboración propia

8.4.5.6. Inversiones para implementación de la planta

La inversión necesaria para la construcción de la planta TMB y la compra de sus maquinarias, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 11. Monto de Inversiones Brutas Planta TMB

| Detalle Inversión | Monto (€) | Monto (\$) ²⁰ |
|------------------------|-------------------|--------------------------|
| Maquinarias | 32.950.291 | 24.712.718.219 |
| Obras Civiles | 11.049.709 | 8.287.281.781 |
| Total Inversión | 44.000.000 | 33.000.000.000 |

Fuente: Elaboración propia, con información de Presentación de Garbiker – “Tmb – Tratamentutegi Mekaniko Biologikoa”

8.5. Análisis de Factibilidad

8.5.1. Flujo de Caja Operacional

Luego de efectuadas las proyecciones relacionadas a los ingresos y costos totales, es evidente que la planta no posee la capacidad adecuada para generar flujos de caja operacionales positivos. Lo anterior puesto que, dadas las cantidades de residuos

¹⁹ Proyección efectuada con valores sin IVA.

²⁰ Valores sin IVA

tratados y recuperados, así como los precios de los materiales reciclables y la tarifa de tratamiento seleccionada, no alcanzan a generar los niveles de ingresos necesarios para cubrir los costos de operación de la TMB. La siguiente tabla muestra el flujo de caja operacional deficitario para varios períodos de la planta.

Tabla 12. Ingresos de la planta

| Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2035 | 2050 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Ingreso por tratamiento de RSU (\$) | 854.786.550 | 893.874.741 | 933.949.380 | 1.672.652.477 | 2.926.644.650 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados (\$) | 395.612.915 | 413.703.739 | 432.251.112 | 774.138.202 | 1.354.511.745 |
| Arriendo Terrenos | -288.000.000 | -288.000.000 | -288.000.000 | -288.000.000 | -288.000.000 |
| Tratamiento Mecánico y Recuperación de Materiales Reciclables (\$) | -1.210.341.044 | -1.265.688.245 | -1.322.432.213 | -2.368.404.073 | -4.144.003.135 |
| Tratamiento Biológico (\$) | -182.662.794 | -191.015.708 | -199.579.420 | -357.435.872 | -625.406.530 |
| Disposición Final de Residuos no Recuperados (\$) | -663.747.946 | -694.100.209 | -725.218.457 | -1.298.826.761 | -2.272.560.764 |
| Flujo de Caja Operacional (\$)²¹ | - 1.094.352.320 | - 1.131.225.681 | - 1.169.029.597 | -1.865.876.026 | -3.048.814.033 |

Fuente: Elaboración propia

La estrategia utilizada para la segmentación de clientes, consistía por una parte en captar aquellos que generaran grandes cantidades de residuos para efectuar tratamiento y por otra, en igualar la tarifa de disposición de dichos residuos en rellenos sanitarios. Lo anterior se vería adicionalmente beneficiado con la comercialización de los materiales recuperados en el tratamiento, lo que contribuiría a la generación de ingresos de la planta. Sin embargo, la alta cantidad de residuos que no logran ser recuperados por los tratamientos de la planta, así como los costos unitarios correspondientes a los procesos de tratamiento mecánico, tratamiento biológico y disposición de los rechazos en relleno sanitario, concluyen en altos costos variables, lo que impide a la operación de la TMB, generar flujos positivos.

Dado lo anterior, es imposible que, bajo el precepto de mantener la tarifa de tratamiento de la planta igual a la tarifa de disposición de residuos en relleno sanitario, la operación logre arrojar flujos operacionales positivos.

Pese a esto, considerando el inconveniente relacionado a flujos de caja operacionales negativos, se efectuó el ejercicio de proyectar también los flujos de inversiones y financieros, con el fin de calcular un valor actual neto (VAN) para el proyecto, lo cual es descrito a continuación.

8.5.2. Evaluación de Proyecto Planta TMB

Para efectuar el análisis de factibilidad de la planta TMB, se utilizaron los ingresos, costo e inversiones descritas en los apartados anteriores, con el objetivo de elaborar el flujo de caja privado del proyecto, a fin de calcular indicadores de rentabilidad para el o los inversionistas.

El horizonte de evaluación para el flujo de caja privado corresponderá a 32 años. Puesto que el negocio contempla un alto monto de inversión en activos fijos e

²¹ Proyección efectuada con valores sin IVA.

infraestructuras, se considera un período extenso para la operación del negocio, a fin de lograr la recuperación de la inversión inicialmente efectuada.

Para el primer año de operación, se plantea un desfase en los ingresos de la planta, suponiendo por tanto que los primeros 6 meses, la planta recibirá ingresos desde sus clientes. Lo anterior, aunque nominalmente no debiera ocurrir, puesto que para que la planta preste sus servicios de tratamiento a los municipios, debe existir un contrato de prestación de servicios firmado entre ambos organismos, el cual respalde formalmente la actividad comercial que se ejecutará entre ellos, en la práctica, ocurre lo contrario, debido a la idiosincrasia del sistema público en cuanto a lo referido a la asignación de recursos para el pago de los productos y servicios demandados por dicho sector. Con esto, se asumirá que a partir del mes 7 de ejecución del proyecto, se recibirá el pago correspondiente a dos meses de prestación de servicios, situación que se repetirá desde el mes 8 al mes 12. Con lo anterior, el desfase en los ingresos de los primeros 6 meses del primer año, será recuperado en su totalidad, durante el segundo semestre del mismo año.

Lo anterior, ocasiona la necesidad de contar con capital de trabajo, el cual permita soportar inicialmente las operaciones relativas a los procesos de tratamiento de residuos de la planta. Para el cálculo del capital de trabajo, se utilizó el método del déficit acumulado máximo.

Tabla 13. Cálculo Capital de Trabajo

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ingresos Totales | - | - | - | - | - | - | 248 | 248 | 248 | 248 | 248 | 248 |
| (Costos Arriendo Terreno) | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 |
| (Costos de Operación) | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 |
| Gasto Financiero | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (Impuestos) | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| (PPM Impuesto a la Renta (1% vtas)) | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| IVA Débito | - | - | - | - | - | - | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| (IVA Crédito) | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 |
| (Remanente Período Anterior) | -6.270 | -6.309 | -6.348 | -6.386 | -6.425 | -6.464 | -6.503 | -6.502 | -6.501 | -6.500 | -6.499 | -6.498 |
| IVA a pagar | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Remanente del Período | 6.309 | 6.348 | 6.386 | 6.425 | 6.464 | 6.503 | 6.502 | 6.501 | 6.500 | 6.499 | 6.498 | 6.497 |
| Flujo de Caja | -228 | -228 | -228 | -228 | -228 | -228 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Flujo de Caja Acumulado (MM\$) | -228 | -456 | -684 | -912 | -1.140 | -1.368 | -1.346 | -1.324 | -1.301 | -1.279 | -1.257 | -1.235 |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se debe considerar que, durante el año 0, además de las inversiones en maquinarias, obras civiles y el capital de trabajo necesario para partir la operación del negocio, adicionalmente se debe considerar los recursos necesarios para arrendar el terreno en el cual se efectuarán las obras civiles. Debido a lo anterior, se asume un año completo de arriendo en el período 0 de este proyecto, monto que asciende a \$288 millones.

Puesto que el monto de la inversión fue especificado sin incluir el IVA, dicho impuesto será agregado al monto necesario para financiar el proyecto. Luego, dicho monto será recuperado durante el primer año de operación de la planta.

Tabla 14. Montos de Inversión Neta, Planta TMB

| Ítem | Monto (€) | Monto (\$) |
|--|-------------------|-----------------------|
| Inversión Maquinaria Sin IVA | 32.950.291 | 24.712.718.219 |
| Inversión Obra Civil Sin IVA | 11.049.709 | 8.287.281.781 |
| IVA Inversión Maquinaria | 6.260.555 | 4.695.416.462 |
| IVA Inversión Obra Civil | 2.099.445 | 1.574.583.538 |
| Inversión Maquinaria Con IVA | 39.210.846 | 29.408.134.681 |
| Inversión Obras Civiles Con IVA | 13.149.154 | 9.861.865.319 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Montos de Inversión Total, Planta TMB

| Ítem | Monto (\$) |
|------------------------------|-----------------------|
| Inversión Maquinaria Sin IVA | 24.712.718.219 |
| Inversión Obra Civil Sin IVA | 8.287.281.781 |
| IVA Inversión Maquinaria | 4.695.416.462 |
| IVA Inversión Obra Civil | 1.574.583.538 |
| Arriendo de Terrenos Año 0 | 288.000.000 |
| Capital de Trabajo | 1.367.767.312 |
| Inversión Total | 40.925.767.312 |

Fuente: Elaboración propia

La estructura de financiamiento de la inversión para la implementación de la planta, se basará en una proporción financiada a través de un préstamo bancario y el resto, a través de los aportes de capital de uno o varios inversionistas.

Tabla 16. Proporción de financiamiento de la inversión

| Financiamiento | Proporción | Monto (MM\$) |
|--------------------|------------|--------------|
| Préstamo bancario | 75% | 30.694 |
| Aportes de Capital | 25% | 10.231 |

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla, resume el cálculo de las cuotas, amortizaciones y gasto financiero, correspondiente al préstamo bancario para la inversión.

Tabla 17. Cálculo del préstamo financiero para la inversión

| Año | 2019 | 2025 | 2035 | 2045 | 2050 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Deuda | 30.694 | 29.017 | 23.759 | 12.409 | 2.485 |
| Interés | 2.456 | 2.321 | 1.901 | 993 | 199 |
| Amortización | 229 | 363 | 784 | 1.692 | 2.485 |
| Cuota | 2.684 | 2.684 | 2.684 | 2.684 | 2.684 |

Fuente: Elaboración propia

Al respecto, dado que la inversión será cubierta en cierta proporción por préstamos bancarios y otra por capital aportado por inversionistas, el costo de oportunidad representado por la tasa a la cual serán descontados los flujos de caja esperado del proyecto, se determinará a través del cálculo del WACC²², con el fin de incorporar correctamente el costo de la deuda y del capital, utilizados para cubrir la inversión.

²² Weighted Average Cost of Capital.

Tabla 18. Variables modelo CAPM

| Variable | Nombre | Valor |
|------------------------------------|------------------------------|--------|
| Rendimiento Activo Libre de Riesgo | BCU BTU a 20 años (Año 2016) | 1,68% |
| Rendimiento de Mercado | IPSA (Período 2008 – 2016) | 38,5% |
| Riesgo respecto a Mercado | Beta | 0,8 |
| Rentabilidad de la Cartera | | 31,18% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Variables para cálculo del WACC

| Variable | Valor |
|--|---------------|
| Tasa Costo de Oportunidad Accionistas (Rentabilidad de la Cartera) | 31,18% |
| Tasa Costo de la Deuda Financiera (Préstamo Bancario) | 8% |
| Tasa de Impuesto a la Renta | 27% |
| Capital Aportado por los Accionistas | MM\$ 10.231 |
| Préstamo Bancario para Inversión | MM\$ 30.694 |
| WACC | 12,17% |

Fuente: Elaboración propia

La depreciación de las maquinarias y obras civiles, se efectuó considerando los lineamientos entregados por el Servicio de Impuestos Internos, considerando una vida útil para las obras civiles de 80 años y para las maquinarias 15 años. Luego, se utilizó el método de depreciación lineal acelerada, el cual permite acortar dichos años a 26 y 5, respectivamente. Precisamente, considerando la depreciación completa de las obras civiles y de las maquinarias, el valor libro de estos dos tipos de activos, para el último año del período de evaluación, será \$0. Sin embargo, se asume un valor de venta de las maquinarias y de las obras civiles, equivalente a un 25% y 35% del valor inicial de los ambos activos, respectivamente, lo que reportará ganancias de capital para el último año de evaluación.

Tabla 20. Cálculo depreciación de maquinarias y obras civiles de la planta

| Ítem | Monto (MM\$) | Vida Útil - Depreciación Lineal Acelerada | Monto depreciado anual (MM\$) | Valor Residual – Libro (MM\$) | Valor de Mercado (MM\$) |
|---------------|--------------|---|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Maquinarias | 24.712 | 5 | 4.942 | 0 | 6.178 |
| Obras Civiles | 8.287 | 26 | 318 | 0 | 2.900 |

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de determinar la conveniencia o no, de llevar a cabo este proyecto, se utilizó el Valor Actual Neto (VAN) de los flujos de caja esperados del proyecto, como indicador de rentabilidad para la toma de decisiones. Como tasa de descuento de los flujos, tal como se mencionó anteriormente, fue utilizado el WACC calculado previamente.

Tabla 21. Valor Actual Neto del Proyecto

| Indicador | Valor |
|--------------|-----------------|
| VAN (12,17%) | -37.629.375.791 |

Fuente: Elaboración propia

El valor arrojado por el VAN, es consecuente con el análisis previo realizado al flujo de caja operacional, puesto que, frente a la incapacidad de la planta de generarlos positivamente, los flujos de caja de inversiones y financieros, acentúan aún más el mal resultado obtenido para este indicador de rentabilidad.

8.5.3. Análisis de Sensibilidad de la Evaluación del Proyecto

Puesto que lo relevante en este análisis de sensibilidad corresponde a las variables que determinan los flujos operacionales negativos, se efectuó un análisis de sensibilidad sobre la variable “Tarifa de Tratamiento de RSU”. Esta variable es considerada crítica, puesto que la restricción de mantenerla en el mismo monto de la correspondiente a la disposición final de residuos en rellenos sanitarios, no permite generar los ingresos necesarios para soportar los costos de la operación de la planta.

Tabla 22. Análisis de Sensibilidad – Tarifa de Tratamiento de RSU Planta TMB

| Nombre Variable | Valor Original | Valor Crítico | Cambio Porcentual | Elasticidad |
|--|----------------|---------------|-------------------|-------------|
| Tarifa Tratamiento RSU por tonelada c/IVA (\$) | 10.836 | 234.538 | 2064,53% | 0,04843718 |

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se desprende que, el monto relacionado a la tarifa de tratamiento de RSU en la planta debe alcanzar los \$234.538 por tonelada, para que el Valor Actual Neto de los flujos sea cero. Lo anterior significa que se debe incrementar un 2.064,53% la tarifa actual de \$10.836 por tonelada, para que sea indistinto invertir o no en el proyecto.

Dado lo anterior, no es posible llevar a cabo la implementación de la planta bajo todas las condiciones anteriormente descritas, puesto que no resulta rentable.

8.6. Estrategia Financiera y Análisis de Factibilidad – Enfoque Alternativo

Puesto que los recursos necesarios para efectuar la inversión en una planta TMB son muy elevados, en Europa, en países como España, Alemania, Italia y otros, implementaron un modelo de financiamiento y operación mixto, que consiste en que la inversión es absorbida por el Estado con recursos públicos, licitando a privados el diseño, construcción y puesta en marcha de las plantas, así como también concesionando la operación de éstas, por períodos prolongados de tiempo, a quienes estén dispuestos a efectuarlo.

Lo anterior es una alternativa interesante de evaluar, puesto que la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) a través del Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), subsidia alternativas de inversión pública que permitan el desarrollo de la gestión de residuos sólidos a nivel nacional. Entre los objetivos de este programa se encuentra el mejorar la capacidad de planificación regional del manejo de residuos sólidos y entre las actividades elegibles para subsidiar, se encuentran las labores de transporte, minimización y disposición final de residuos sólidos domiciliarios. Una de las condiciones necesarias para que los proyectos sean elegibles, es que se desarrollen a través de asociaciones municipales.

A continuación, se efectúa un análisis de factibilidad para esta alternativa, la cual, por un lado, pretende establecer las condiciones mediante las cuales, una planta TMB sería factible de construir y operar en Chile, así como también indagar sobre las oportunidades que ofrece un modelo público – privado, para la gestión de los residuos sólidos urbanos en el país.

8.6.1. Ingresos por venta – Enfoque Alternativo

La tarifa de tratamiento de RSU, anteriormente fue identificada como la variable fundamental para lograr un flujo de caja operacional positivo, puesto que, al igualarla a la tarifa del relleno sanitario, no se lograba equiparar los costos totales de la planta.

Puesto que los flujos de caja operacionales son fundamentales para el éxito de la planta, se proyectarán los ingresos de la planta, suponiendo que una tarifa de tratamiento de residuos más elevada, logra que el cliente, el municipio de Nuñoa, demande los servicios de tratamiento de residuos proporcionados por la TMB. Este supuesto en la actualidad es fuerte, dado lo comentado por los representantes municipales, respecto a que cualquier alternativa que pretenda reemplazar la disposición final de sus RSU en relleno sanitario, debe a lo menos igualar la tarifa de éste último, por tonelada de residuo. Pero según lo analizado en la sección referida al Análisis Externo de este estudio, las nuevas leyes sobre la materia están encaminando a los gestores de residuos hacia la utilización necesaria de tratamientos previos, antes de la disposición final en instalaciones adecuadas para ello, por lo que, en pos del cuidado ambiental, existen posibilidades respecto a que diferentes alternativas de gestión de residuos, como una TMB, logren posicionarse a precios más elevados en este mercado.

Con lo anterior, los ingresos por venta de la planta de tratamiento mecánico biológico, para los años 2019, 2020, 2021, 2035 y 2050, bajo una Tarifa de Tratamiento de RSU correspondiente a \$25.000 por tonelada, IVA incluido, se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 23. Ingresos de la planta – Enfoque Alternativo

| Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2035 | 2050 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ingreso por tratamiento de RSU (\$) | 1.972.189.817 | 2.062.375.294 | 2.154.836.734 | 3.859.195.237 | 6.752.444.545 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados (\$) | 395.612.915 | 413.703.739 | 432.251.112 | 774.138.202 | 1.354.511.745 |
| Ingreso Total (\$) ²³ | 2.367.802.732 | 2.476.079.033 | 2.587.087.846 | 4.633.333.439 | 8.106.956.290 |

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 8 se puede observar en detalle, los cuadros correspondientes a todos los ingresos y costos generados por la planta, para el período de evaluación, en este enfoque alternativo.

8.6.2. Costos de la planta – Enfoque Alternativo

Los costos relacionados a la operación de las plantas TMB en este enfoque alternativo, se mantienen respecto al escenario evaluado anteriormente, los cuales, de todas formas, se pueden apreciar en la tabla a continuación.

²³ Proyección efectuada con valores sin IVA.

Tabla 24. Costo por tratamiento de RSU en la planta – Enfoque Alternativo

| Proceso | Costo (\$/ton) ²⁴ | Año 2019 | Año 2020 | Año 2021 | Año 2035 | Año 2050 |
|--|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Arriendo Terrenos | | 288.000.000 | 288.000.000 | 288.000.000 | 288.000.000 | 288.000.000 |
| Tratamiento Mecánico y Recuperación de Materiales Reciclables (\$) | 18.240 | 1.210.341.044 | 1.265.688.245 | 1.322.432.213 | 2.368.404.073 | 4.144.003.135 |
| Tratamiento Biológico (\$) | 6.638 | 182.662.794 | 191.015.708 | 199.579.420 | 357.435.872 | 625.406.530 |
| Disposición Final de Residuos no Recuperados (\$) | 9.105 | 663.747.946 | 694.100.209 | 725.218.457 | 1.298.826.761 | 2.272.560.764 |
| Costo Total (\$) | | 2.344.751.784 | 2.438.804.162 | 2.535.230.090 | 4.312.666.706 | 7.329.970.429 |

Fuente: Elaboración propia

8.6.3. Inversiones para implementación de la planta – Enfoque Alternativo

Al igual que en el caso de los costos, la inversión se mantiene respecto al primer escenario evaluado.

Tabla 25. Monto de Inversiones Brutas Planta TMB – Enfoque Alternativo

| Detalle Inversión | Monto (€) | Monto (\$) ²⁵ |
|------------------------|-------------------|--------------------------|
| Maquinarias | 32.950.291 | 24.712.718.219 |
| Obras Civiles | 11.049.709 | 8.287.281.781 |
| Total Inversión | 44.000.000 | 33.000.000.000 |

Fuente: Elaboración propia, con información de Presentación de Garbiker – “Tmb – Tratamentutegi Mekaniko Biologikoa”

8.6.4. Flujo de Caja Operacional – Enfoque Alternativo

El nuevo flujo de caja operacional, muestra valores positivos, lo que permite suponer que la planta, al nivel de tarifas de tratamiento planteadas, podría cubrir sus costos al momento de desarrollar sus actividades.

Tabla 26. Ingreso tratamiento de RSU y venta materiales recuperados por la planta

| Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2035 | 2050 |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Ingreso por tratamiento de RSU (\$) | 1.972.189.817 | 2.062.375.294 | 2.154.836.734 | 3.859.195.237 | 6.752.444.545 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados (\$) | 395.612.915 | 413.703.739 | 432.251.112 | 774.138.202 | 1.354.511.745 |
| Arriendo Terrenos | -288.000.000 | -288.000.000 | -288.000.000 | -288.000.000 | -288.000.000 |
| Tratamiento Mecánico y Recuperación de Materiales Reciclables (\$) | -1.210.341.044 | -1.265.688.245 | -1.322.432.213 | -2.368.404.073 | -4.144.003.135 |
| Tratamiento Biológico (\$) | -182.662.794 | -191.015.708 | -199.579.420 | -357.435.872 | -625.406.530 |
| Disposición Final de Residuos no Recuperados (\$) | -663.747.946 | -694.100.209 | -725.218.457 | -1.298.826.761 | -2.272.560.764 |
| Flujo de Caja Operacional (\$)²⁶ | 23.050.948 | 37.274.871 | 51.857.756 | 320.666.733 | 776.985.861 |

Fuente: Elaboración propia

²⁴ Proyección efectuada con valores sin IVA.

²⁵ Valores sin IVA

²⁶ Proyección efectuada con valores sin IVA.

8.6.5. Evaluación de Proyecto Planta TMB – Enfoque Alternativo

Considerando los pasos seguidos para la obtención del valor actual neto, como indicador de rentabilidad para analizar la factibilidad económica de la planta, se puede apreciar a continuación, el cálculo del capital de trabajo necesario, bajo la misma metodología utilizada anteriormente.

Tabla 27. Cálculo Capital de Trabajo – Enfoque Alternativo

| Mes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| Ingresos Totales | - | - | - | - | - | - | 470 | 470 | 470 | 470 | 470 | 470 |
| (Costos Arriendo Terreno) | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 | -24 |
| (Costos de Operación) | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 | -204 |
| Gasto Financiero | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (Impuestos) | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| (PPM Impuesto a la Renta (1% vtas)) | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| IVA Débito | - | - | - | - | - | - | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| (IVA Crédito) | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 | -39 |
| (Remanente Período Anterior) | - | -39 | -78 | -116 | -155 | -194 | -233 | -196 | -160 | -124 | -88 | -51 |
| IVA a pagar | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Remanente del Período | 39 | 78 | 116 | 155 | 194 | 233 | 196 | 160 | 124 | 88 | 51 | 15 |
| Flujo de Caja | -228 | -228 | -228 | -228 | -228 | -228 | 246 | 246 | 246 | 246 | 246 | 246 |
| Flujo de Caja Acumulado (MM\$) | -228 | -456 | -684 | -912 | -1.140 | -1.368 | -1.122 | -877 | -631 | -385 | -140 | 106 |

Fuente: Elaboración propia

Los recursos necesarios para arrendar el terreno, al igual que en el caso anterior, siguen ascendiendo a \$288 millones anuales.

Considerando el modelo de financiamiento público de la inversión, entonces, los recursos necesarios para la construcción de la planta, serán subsidiados por el sector público. Por otro lado, los montos para el financiamiento del capital de trabajo y el arriendo del terreno durante el año 0, serán asumidos por la empresa adjudicataria de la licitación de construcción, puesta en marcha y operación de la planta TMB, quienes, a su vez, podrán financiarlos a través de préstamos bancarios y/o capital propio de inversionistas.

Tabla 28. Montos de Inversión Total, Planta TMB

| Financiamiento / Subsidio | Item | Monto (\$) |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Subsidio Público | Inversión Maquinaria Sin IVA | 24.712.718.219 |
| | Inversión Obra Civil Sin IVA | 8.287.281.781 |
| | IVA Inversión Maquinaria | 4.695.416.462 |
| | IVA Inversión Obra Civil | 1.574.583.538 |
| Financiamiento Privado | Arriendo de Terrenos Año 0 | 288.000.000 |
| | Capital de Trabajo | 1.367.767.312 |
| Inversión Total | | 40.925.767.312 |

Fuente: Elaboración propia

La estructura de financiamiento del capital de trabajo y el arriendo del terreno, se distribuye en un 90% financiado a través de un préstamo bancario, mientras que el 10% restante es aportado por inversionistas.

Tabla 29. Proporción de financiamiento de la inversión

| Financiamiento | Proporción | Monto (MM\$) |
|---|------------|--------------|
| Préstamo bancario | 90% | 1.490 |
| Aportes de Capital | 10% | 165 |
| Total Capital de Trabajo + Arriendo Terreno | 100% | 1.655 |

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla, se resume el cálculo de las cuotas, amortizaciones y gasto financiero, para este enfoque alternativo, correspondiente al préstamo bancario para el capital de trabajo y arriendo de terreno.

Tabla 30. Cálculo del préstamo financiero para la inversión

| Año | 2019 | 2025 | 2035 | 2045 | 2050 |
|--------------|-------|-------|-------|------|------|
| Deuda | 1.490 | 1.409 | 1.153 | 602 | 121 |
| Interés | 119 | 113 | 92 | 48 | 10 |
| Amortización | 11 | 18 | 38 | 82 | 121 |
| Cuota | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |

Fuente: Elaboración propia

Respecto al cálculo del WACC, la rentabilidad de la cartera, calculada a través de CAPM, sigue correspondiente a la misma, es decir 31,18%, pero el WACC cambia, según los datos contenidos en la siguiente tabla.

Tabla 31. Variables para cálculo del WACC

| Variable | Valor |
|--|--------------|
| Tasa Costo de Oportunidad Accionistas (Rentabilidad de la Cartera) | 31,18% |
| Tasa Costo de la Deuda Financiera (Préstamo Bancario) | 8% |
| Tasa de Impuesto a la Renta | 27% |
| Capital Aportado por los Accionistas | MM\$ 165 |
| Préstamo Bancario para Inversión | MM\$ 1.490 |
| WACC | 8,37% |

Fuente: Elaboración propia

La depreciación de las maquinarias y obras civiles, se considera igual a la correspondiente al escenario anterior.

Con todo lo anterior y utilizando el nuevo WACC como tasa de descuento de los flujos, el resultado para el VAN se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 32. Valor Actual Neto del Proyecto

| Indicador | Valor |
|-------------|-------------|
| VAN (8,37%) | 684.216.769 |

Fuente: Elaboración propia

Puesto que el VAN, para este enfoque alternativo, es positivo, un privado que quisiera adjudicarse la licitación para la construcción, puesta en marcha y operación de una TMB, podría decidir participar en ella, puesto que le sería rentable, según las condiciones anteriores.

8.6.6. Análisis de Sensibilidad – Evaluación del Proyecto – Enfoque Alternativo

Para el análisis de sensibilidad de este escenario, además de la correspondiente a la tarifa de tratamiento de los RSU en la planta, se incluyeron los precios de los materiales recuperados y el porcentaje del capital de trabajo y arriendo de terreno financiado a través de préstamo bancario.

Tabla 33. Análisis de Sensibilidad – Variables Críticas Enfoque Alternativo

| Nombre Variable | Valor Original | Valor Crítico | Cambio Porcentual | Elasticidad |
|--|----------------|---------------|-------------------|-------------|
| Tarifa Tratamiento RSU c/IVA | 25.000 | 24.496,67 | -2,01% | 49,66963053 |
| Precio Papel/Carton | 30 | 16,90 | -43,67% | 2,289682549 |
| Precio Plásticos | 200 | 161,45 | -19,27% | 5,188131984 |
| Precio Vidrios | 30 | -203,93 | -779,77% | 0,128243012 |
| Precio Metales | 110 | 63,34 | -42,42% | 2,35745974 |
| Porcentaje Capital de Trabajo y Arriendo con Préstamo Bancario | 0,9 | 0,75 | -16,81% | 5,950103107 |

Fuente: Elaboración propia

El monto relacionado a la tarifa de tratamiento de RSU puede disminuir un 2,01%, hasta los \$24.496,67 por tonelada de residuo, cifra a la cual, el VAN sería cero. Respecto al porcentaje de capital de trabajo y arriendo de terreno, este podría disminuir hasta llegar a un 75% de financiamiento a través de préstamo bancario, para que sea indiferente la decisión respecto a ejecutar o no el proyecto, en estas condiciones. Por último, los precios de los materiales reciclable pueden disminuir hasta los valores exhibidos en la tabla, para que el VAN sea cero, salvo por el correspondiente al vidrio, puesto que este, dada su poca participación en los ingresos debido a la baja cantidad recuperada en los procesos de la planta, incluso su precio podría caer a \$0 y el proyecto aún sería rentable.

Con este análisis, se puede concluir que, dadas las condiciones mencionadas en este Enfoque Alternativo, sería posible llevar a cabo la implementación de la planta, logrando obtener rentabilidad para los inversionistas.

8.6.7. Comparación Enfoque Inicial – Enfoque Alternativo

Para efectuar una comparación entre el enfoque inicial y el enfoque alternativo, se incluye la siguiente tabla, la cual incluye las variables claves en la evaluación.

Tabla 34. Comparación Evaluación Enfoque Inicial – Enfoque Alternativo

| Ítem | Enfoque Inicial | Enfoque Alternativo |
|---|-----------------|---------------------|
| Tarifa Tratamiento RSU (\$/ton; sin IVA) | 9.105 | 21.008 |
| Costo Variable de Operación TMB RSU y Envases Ligeros (\$/ton; sin IVA) | 18.240 | 18.240 |
| Costo Variable de Operación TMB Fracción Orgánica (\$/ton; sin IVA) | 6.638 | 6.638 |
| Valor Disposición Final RSD en Relleno Sanitario (\$/ton; sin IVA) | 9.105 | 9.105 |
| Ingresos Totales Período (MM\$) | 80.934 | 153.260 |
| Costos Totales Período (MM\$) | 142.342 | 142.342 |
| Cuotas Préstamos Financieros (MM\$) | 85.896 | 4.170 |
| Inversión Pública (MM\$) | - | 39.270 |
| Inversión Privada (MM\$) | 40.925 | 1.655 |
| Período de Evaluación (Años) | 32 | 32 |
| WACC (%) | 12,17% | 8,37% |
| VAN (MM\$) | -37.629 | 684 |

Fuente: Elaboración propia

8.7. Análisis FODA

8.7.1. Análisis Interno - Fortalezas y Debilidades

8.7.1.1. Fortalezas

- ✓ El tratamiento alternativo para los RSU ofrecido por la planta TMB a sus clientes, representa en sí una fortaleza para este proyecto, toda vez que permite generar valor para la sociedad en su conjunto (clientes, proveedores, financistas e inversionistas), a partir de materiales que en la actualidad prácticamente no lo poseen.
- ✓ Las mejoras de las condiciones higiénicas y medioambientales del territorio, son una fortaleza, puesto que corresponden a una externalidad positiva de este proyecto.
- ✓ Las actuales disposiciones normativas y regulatorias en temas medioambientales, permiten que la planta se posicione entre las alternativas mejor evaluadas al momento de proponer soluciones futuras, que cumplan con los requisitos contenidos en la Ley 20.920, la cual incluye aspectos que obligarán a quienes produzcan residuos, a efectuarles tratamientos necesarios para su valorización, antes de destinarlos a rellenos sanitarios.

8.7.1.2. Debilidades

- ✓ El mercado de los materiales recuperados a partir de los residuos sólidos urbanos, si bien en algunos aspectos se encuentra bastante desarrollado a nivel nacional, los precios de compra aún no alcanzan los niveles necesarios para incentivar masivas inversiones en torno a iniciativas que permitan obtener grandes volúmenes de estos recursos para su comercialización.
- ✓ Algunos materiales, que podrían obtenerse a partir de los procesos contemplados en la planta, como los combustibles sólidos recuperados, tanto de procedencia biológica como inorgánica, no cuentan actualmente con mercado a nivel nacional, por lo que deben disponerse en rellenos sanitarios.
- ✓ Necesidad de altos volúmenes de residuos como insumo para la planta, puesto que se requiere una gran cantidad de ellos para generar los flujos de caja necesarios para rentabilizar la inversión realizada. Esto es de vital importancia para la planta, puesto que, al tratarse de una empresa intensiva en el uso de sus activos, se requiere una gran cantidad de RSU, para mantenerlos bajo una alta rotación.
- ✓ Los costos de operación de la planta son superiores a los ingresos generados por ella, por lo que el flujo de caja operacional es negativo para todo el período de evaluación. Dado lo anterior, es necesaria una tarifa de tratamiento de RSU para

los clientes, más elevada que el precio de disposición de residuos en relleno sanitario.

- ✓ El modo de la inversión es muy elevado, por lo que es necesario evaluar un modelo que requiera subsidio estatal para la construcción de la planta.

8.7.2. Análisis Externo – Oportunidad y Amenazas

8.7.2.1. Oportunidades

- ✓ Las recientes modificaciones introducidas al marco normativo medio ambiental del país, favorecen las iniciativas destinadas a la valorización de los residuos sólidos urbanos, por ende, se transforman en una oportunidad para la planta.
- ✓ Constantes aumentos de las cantidades de residuos sólidos generados por los habitantes del país, permiten que las diversas alternativas de gestión disponibles para éstos, distintas a la disposición final en rellenos sanitarios, adquieran valor para la sociedad en su conjunto.
- ✓ El avance tecnológico permite incorporar soluciones a los procesos dedicados a la recuperación de materiales con potencialidad comercial, lo cual representa una oportunidad para iniciativas como esta planta, que sin duda buscará hacer más eficientes sus procedimientos, con el fin de reducir de manera significativa, las fracciones de residuos rechazadas, las cuales son destinadas a disponer en relleno sanitario.

8.7.2.2. Amenazas

- ✓ El poder que poseen los municipios, considerando que estos son a la vez clientes y proveedores de la planta TMB, puesto demandan tratamiento a los residuos que los habitantes de sus comunas generan, los cuales a su vez corresponden a la principal materia prima que la planta requiere para su funcionamiento, les entrega a estas organizaciones, un poder mediano a alto al momento de negociar.
- ✓ En la actualidad, el principal competidor para la planta TMB, que a su vez representa una amenaza para ésta, corresponde a los rellenos sanitarios, quienes ofrecen la alternativa más utilizada en el país respecto a la gestión de residuos sólidos urbanos, es decir, la disposición final en sus instalaciones.
- ✓ Considerando que actualmente los rellenos sanitarios representan la alternativa de tratamiento de residuos más utilizada en el país, la posibilidad de que estos ejecuten actividades como bajas en sus tarifas de operación, con el fin de frenar la fuga de clientes debido al tratamiento ofrecido por la planta TMB, se convierte en una amenaza, puesto que, si bien la planta pretende igualar la tarifa de operación de dichas instalaciones de disposición de RSU, los ingresos pueden verse afectados hasta niveles en que ocasionen pérdidas operacionales para el negocio.

8.8. Plan Estratégico

Considerando como base para elaborar lineamientos estratégicos para la TMB, se ha considerado el Enfoque Alternativo como el modelo seleccionado, puesto que esta entrega una opción factible para, en un futuro y dadas las condiciones necesarias para el éxito de esta iniciativa, construir y operar la planta.

Con el horizonte de consolidar la operación de la planta TMB, en conjunto con las actividades de puesta en marcha, se ha diseñado un Plan Estratégico para el período de operación de la planta, es decir, para 32 años. El objetivo fundamental de este plan estratégico de largo plazo, es asegurar las actividades claves que deben programarse y ejecutarse, con el fin de propender a un funcionamiento que se acerque lo más posible a un óptimo, dadas las condiciones en que ésta desarrollará sus funciones y los recursos que serán destinados para ello. En primer lugar, se expone una estructura organizacional para la empresa, incluyendo las funciones y roles principales. Luego, se plantean los lineamientos generales de un Plan Estratégico, incluyendo la visión, misión, objetivos estratégicos con sus acciones estratégicas y, finalmente, un listado con sus correspondientes indicadores de medición.

8.8.1. Estructura Organizacional

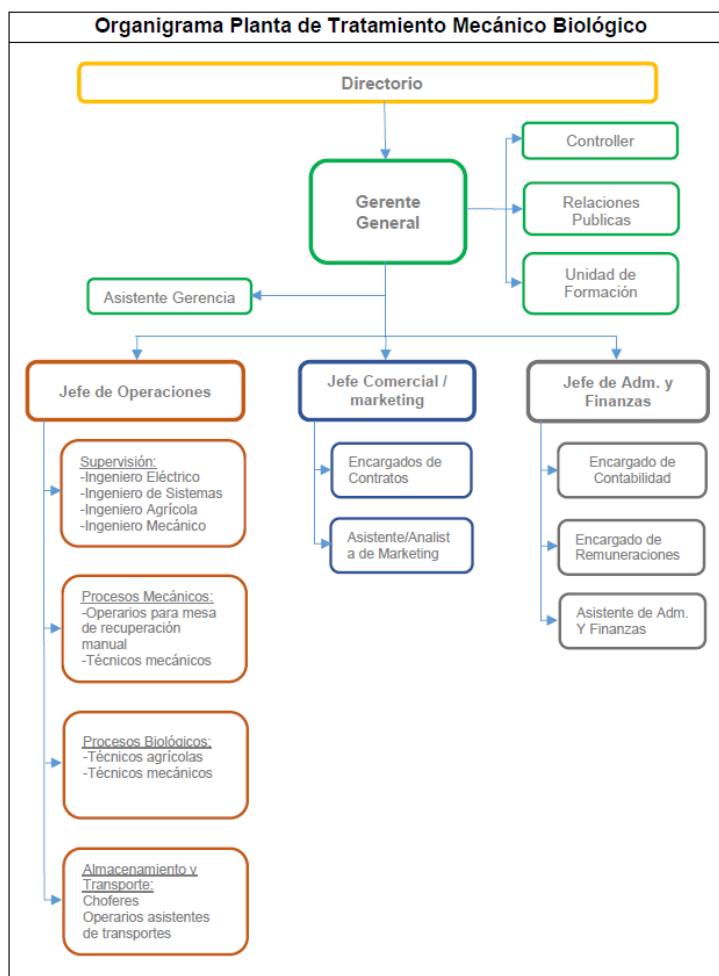


Figura 27. Organigrama Planta de Tratamiento Mecánico Biológico.

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a la cantidad de personas necesarias para la operación inicial de la planta, se contemplan 68 personas:

- 3 Directores
- 1 Gerente General
- 1 Controller
- 1 Encargado de Relaciones Públicas
- 1 Encargado de Unidad de Formación
- 1 Asistente Gerencia
- 1 Jefe de Administración y Finanzas
- 1 Contador
- 1 Encargado de remuneraciones
- 1 Asistente administrativo
- 1 Jefe Comercial / Marketing
- 1 Encargado de Contratos
- 1 Analista de marketing
- 1 Jefe de Operaciones
- 4 supervisores
- 32 operarios de reciclaje
- 2 técnicos mecánicos
- 2 técnico agrícolas
- 4 choferes
- 8 operarios asistentes de transporte

8.8.1.1. Descripción de funciones

- Directorio: compuesto por 3 directores, que representan a los inversionistas, sus principales funciones corresponden a velar y asegurar el cumplimiento de la empresa, respecto a todas las normativas vigentes tanto legales, ambientales, tributarias y financieras, así como guiar a la planta, en el establecimiento de estrategias que le permitan crecer sosteniblemente. Las competencias necesarias para el cargo son profesionales del área legal, financiera y técnica, que posean conocimientos de proyectos relacionados al medio ambiente y temas sanitarios.

- Gerente General: diseñar e implementar la estrategia que, en conjunto con el Directorio, se han formulado para el crecimiento sostenible de la empresa. Asegurar su cumplimiento y elaborar, asistido por las jefaturas de operación, comercial, administración y finanzas, acciones tanto de corto, mediano y largo plazo, para establecer y cumplir las metas propuestas. Representar a la empresa en todo ámbito de acción. Las competencias para el cargo corresponden a un profesional que posea vasta experiencia en gerenciamiento de soluciones ambientales relacionadas a diversas clases de residuos. Necesario conocimiento en temáticas técnicas relacionadas a temas de reciclaje y compostaje. Conocimientos profundos de gestión empresarial.

- Unidades de Apoyo Gerencial:
 - Controller: alinear, mediante constante comunicación y medición, las actividades de la empresa con el plan estratégico vigente. Asistir, a través de la constante entrega de información, al Gerente General en lo referido a la estrategia implementada, con el fin de medir la eficacia de las acciones ejecutadas para su cumplimiento. Competencias relacionadas a las finanzas y entendimiento de procesos de la planta.
 - Relaciones Públicas: proponer al Gerente General, una estrategia comunicacional y un programa de comunicaciones a corto y mediano plazo. Ejecutar las acciones acordadas para la difusión y comunicación de la empresa hacia su entorno. Proponer y ejecutar los lineamientos generales para la comunicación interna en la empresa. Organizar las actividades de difusión de la empresa. Competencias asimilables a un periodista o profesional relacionado al marketing.
 - Unidad de Formación: proponer y ejecutar un plan de formación para el personal, que permita mantener las capacidades necesarias para propender al funcionamiento óptimo de la planta, en lo referido a la operación de ésta. Organizar capacitaciones internas y externas. Competencias relacionadas a Gestión de Personas, administración de RRHH, etc.

- Jefe de Operaciones: responsable de todas las actividades relacionadas con la operación de la planta, tanto en lo referido a los procesos mecánicos, biológicos, almacenamiento y transporte de los residuos que son tratados en ella. Junto a su equipo de trabajo, conformado por supervisores para los temas eléctricos, mecánicos, biológicos y sistemas informáticos, además de técnicos y operarios relacionados a dichas áreas, es responsable de la configuración y operación de todo el equipamiento de la planta, velando por el mejor funcionamiento de ella. Competencias asimilables a Ingeniero Civil Agrónomo, Mecánico, con conocimientos en operación de plantas.

- Jefe Comercial y Marketing: responsable de las actividades relacionadas directamente con los clientes. Entre sus funciones se encuentran la venta de los materiales recuperados en el proceso de tratamiento de los residuos y la venta del servicio de tratamiento de residuos. Es el canal directo de comunicación con los clientes, por lo que representa a la empresa frente a ellos y administra la relación comercial pactada con estos. Además, se encarga de buscar y obtener nuevos clientes. Competencias relacionadas a un Ingeniero Comercial y/o Civil Industrial, con especialización en marketing.

- Jefe de Administración y Finanzas: se encarga de administrar los recursos financieros de la empresa, efectuar el control de gestión, preparar y presentar los estados financieros al Gerente General y el Directorio, administrar las actividades de la tesorería como pago de proveedores, facturación a clientes, etc. Adicionalmente, junto a su equipo, se encargan de la contabilidad, los aspectos administrativos relacionados al pago de remuneraciones y otros asuntos

relacionados a la administración de la empresa. Ingeniero Comercial y/o Contador Auditor con especialidad en administración de empresas. Conocimientos contables, legales, tributarios.

8.8.2. Lineamientos generales del Plan Estratégico de la planta TMB

8.8.2.1. Visión

Convertirse en una de las alternativas más eficaces en el país, en términos de recuperación, reducción y reciclaje de materiales con valor para la sociedad, provenientes de los residuos sólidos urbanos entregados por nuestros clientes.

8.8.2.2. Misión

Revalorizar materiales presentes en los residuos sólidos urbanos provistos por nuestros clientes, mediante procesos tecnológicos, mecánicos y biológicos, que permitan reciclarlos para ser comercializados como materias primas con los diversos sectores industriales que lo requieran, reduciendo así la cantidad de desechos que son destinados a los rellenos sanitarios.

8.8.2.3. Objetivos Estratégicos

Los objetivos estratégicos formulados para este plan, se relacionan específicamente con los siguientes factores críticos de éxito del proyecto, mencionados anteriormente.

Factores Críticos de Éxito:

- ✓ Capturar clientes que actualmente disponen todos sus residuos sólidos en rellenos sanitarios y vertederos, para que prefieran utilizar los servicios de la planta para la gestión de estos.
- ✓ Fracciones de residuos identificados, que posean valor comercial que permita sustentar su gestión.
- ✓ Identificar y entender la cadena de valor asociada a la gestión de los RSU, con el objeto de crear una propuesta de valor para la empresa, que esté inserta dentro de dicha cadena y se convierta en una ventaja competitiva sostenible en el tiempo.
- ✓ Posibles alianzas estratégicas con rellenos sanitarios y empresas de recolección de residuos, así como también con clientes como municipios y empresas que generen grandes cantidades de residuos, susceptibles de ser tratados antes de su disposición final.

Objetivos Estratégicos:

➤ Perspectiva Financiera

- ✓ OE N°1 – Incrementar los ingresos: El aumento de la eficiencia de los procesos de tratamiento mecánico y biológico provisto por la planta, permitirá un incremento proporcional de los materiales recuperados, lo cual contribuirá a su vez en el aumento de los ingresos obtenidos a partir de la venta de los materiales recuperados.
- ✓ OE N°2 – Mejorar la rentabilidad por cliente: a medida que los clientes entiendan y aprovechen los beneficios de utilizar una alternativa de gestión de residuos amigable con el medio ambiente, la cual genere a su vez el aumento de valor de su propia marca, se implementarán acciones tendientes a mejorar la contribución que cada cliente entrega al negocio.
- ✓ OE N°3 – Mejorar la estructura de costos: considerando un sistema de turnos, con lo cual se maximizará el uso de los activos, se espera además poder aprovechar las economías de escala para mantener los niveles de algunos costos y gastos como el personal administrativo/ejecutivo y el gasto de arriendo.
- ✓ OE N°4 – Integrar el negocio: dadas las características del mercado relacionados a la gestión de los residuos sólidos urbanos, la operación de la planta de tratamiento puede integrarse verticalmente tanto hacia atrás, prestando el servicio de recolección y transporte de residuos desde instalaciones y puntos señalados por los clientes, como también hacia adelante, construyendo y operando las instalaciones de disposición final de residuos como rellenos sanitarios. Dadas las potencialidades de operación de la planta en turnos, la alternativa de integración vertical hacia atrás es altamente atractiva para generar nuevos ingresos.
- ✓ OE N°5 – Nuevos ingresos por nuevos productos: potenciales nuevos productos derivados del tratamiento efectuado por la planta a los RSU, brindan oportunidades futuras para la generación de importantes ingresos y/o disminución de costos para el negocio. El caso de los combustibles sólidos recuperados, como materias primas para los procesos de la industria cementera y algunas generadoras de energía, puede impactar positivamente a las finanzas de la planta, en cuanto dichos sectores productivos cuenten con la infraestructura adecuada para utilizar este tipo de combustibles que potencialmente pueden ser obtenidos de los procesos de la planta.

➤ Perspectiva del Cliente

- ✓ OE N°6 – Captación de nuevos clientes: contemplando la capacidad potencial de utilización de los activos de la planta y distribuyendo la operación en sistemas de turnos, con el fin de maximizar el uso de estos activos, entonces es necesario captar nuevos clientes que provean sus RSU para el servicio de tratamiento. Con ello, los beneficios entregados por la planta, tanto para sus clientes, así como para el medio ambiente, se acercará al potencial planificado para ello.

- ✓ OE N°7 – Imagen de marca: la constante preocupación por el impacto que las actividades de la planta generan en su entorno, así como los considerables esfuerzos que efectúa para el mejoramiento de sus actividades, se centrarán en crear y mantener una imagen de marca enfocada en establecer que la organización será una de las más respetuosas con el medio que la rodea.
- ✓ OE N°8 – Aumento de materiales recuperados: Los materiales recuperados serán comercializados para convertirse en ingresos para la planta. Pero más allá de dicha motivación, esta acción también aportará valor a nuestros clientes, puesto que la disminución de residuos dispuestos en rellenos sanitarios, es decir, el aumento de materiales recuperado para reciclar, contribuirá a mejorar la salud de los habitantes de sus comunas, así como cuidar el medio ambiente en el cual se desenvuelven.
- ✓ OE N°9 – Servicio integrado de RSU: con el fin de hacer eficientes las labores de gestión de sus residuos, es posible analizar la prestación del servicio integral de tratamiento de residuos para algunos clientes, incluyendo la recolección y transporte de los residuos desde las instalaciones y puntos de retiros acordados con ellos, lo cual generaría para éstos, una mejor gestión de estas tareas.
- ✓ OE N°10 – Residuos como materias primas alternativas: adicional a los materiales recuperados para reciclaje, parte de los residuos resultantes obtenidos de los procesos de la planta, pueden ser utilizados como combustibles sólidos recuperados, por lo que pueden ser ofrecidos como insumos para los procesos productivos de industrias como las cementeras y algunas generadoras de energía.
- ✓ OE N°11 – Procesos de calidad para el cliente: el aseguramiento de la calidad mediante certificaciones de los procesos en diversos ámbitos, entregará tranquilidad a los clientes, por cuanto para la mantención de las certificaciones relacionadas a la calidad, es necesario contar con procesos que se encuentren cumpliendo las diferentes normas legislativas y laborales exigibles por el mercado, lo que transmite tranquilidad al momento de contratar los servicios.
- Perspectiva de los Procesos Internos
 - ✓ OE N°12 – Aumentar utilización de activos: La planta está diseñada para un funcionamiento continuo. Inicialmente, debido a la cantidad de clientes con los cuales se espera iniciar la operación, es posible establecer sólo un turno diurno para ésta. A medida que se vayan incorporando la cantidad de clientes que aporten los RSU necesarios, se deberá configurar una operación de 2 o 3 turnos, con el objetivo de aumentar la utilización de activos. Para ello, también se tendrá que mejorar la productividad por turno, lo que se desarrollará en acciones relacionadas al objetivo estratégico correspondiente.
 - ✓ OE N°13 – Eficiencia en los procesos tecnológicos y cuidado del medio ambiente: puesto que una de las premisas de la planta es el cuidado

medioambiental, es necesario mantener actualizada la información relativa a la aparición de nuevas tecnologías relacionadas al tratamiento de residuos. En la medida que dichas tecnologías permitan optimizar los procesos en términos operativos y colaborando con una interacción más amigable con el medio ambiente, se deben incorporar al modelo de operación utilizado.

- ✓ OE N°14 – Mejora de la Productividad: Este objetivo consiste en planificar y ejecutar las acciones necesarias para que, durante el período de operación de la planta, se evidencie un crecimiento en cuanto a la cantidad proporcional de materiales recuperados desde los RSU, a partir de los procesos contemplados en el tratamiento mecánico y biológico, provisto por la TMB.
 - ✓ OE N°15 – Habilitación de procesos para recolección y transporte de RSU: considerando sinergias en la utilización de activos camiones que transportan tanto los materiales recuperados hacia los clientes compradores de éstos, así como los necesarios para el envío de los residuos finales a rellenos sanitarios, se efectuará el estudio de factibilidad para la habilitación del servicio de recolección y transporte de RSU de los clientes hacia la planta. Entre otras de las tareas necesarias para la prestación de este servicio, se debe evaluar la habilitación de las instalaciones de la planta, como centro de operaciones, mantención y estacionamiento, para la flota de camiones que preste dicho servicio para clientes municipales u otros de alta frecuencia de retiro de sus RSU.
 - ✓ OE N°16 – Habilitación de procesos para Combustibles Sólidos Recuperados: Una vez ejecutados los procesos mecánicos y biológicos contemplados en la planta y, por ende, recuperados los materiales para reciclaje, se cuenta con una fracción de residuos sin uso y valor para el mercado actual, por lo que se deben transportar a relleno sanitario. En cuanto las condiciones de mercado les entreguen valor a dichos residuos como combustibles, se efectuará el estudio de factibilidad para la adquisición de las máquinas y la habilitación de las instalaciones necesarias para la generación de este tipo de combustibles.
 - ✓ OE N°17 – Certificación de los procesos: con el objeto de asegurar procesos de calidad, amigables con el medio ambiente y adecuados para los trabajadores desde el punto de vista de seguridad y salud, se adecuará y asegurará toda la operación de la planta para la obtención de certificaciones por terceras partes evaluadoras de la conformidad, relacionadas a las normas internacionales para los sistemas de gestión de la calidad (NCh – ISO 9001), sistemas de gestión ambiental (NCh – ISO 14001) y sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (OHSAS 18001). Esto también, contribuirá a fortalecer la marca, toda vez que el negocio será reconocido por contar con procesos que cuenten con las características de cada una de dichos estándares internacionales.
- Perspectiva del Aprendizaje y Crecimiento
- ✓ OE N°18 – Adecuar la estructura organizacional a la estrategia: con el fin de organizar el funcionamiento de la planta en turnos, se requerirá readecuar la

composición del organigrama de la empresa, incorporando modificaciones para el área de operaciones como creación de cargos para jefes de turnos, aumento de la dotación de supervisores, operarios y choferes para cada proceso actual o nuevo, así como redistribución de labores en el área comercial y análisis de carga laboral en las unidades del backoffice.

- ✓ OE N°19 – Formar las capacidades para una planta optimizada: Si bien la tecnología de la planta asegura la reducción de los residuos dispuestos en rellenos sanitarios, por medio de la minimización de éstos, se requiere un equipo humano capacitado para operar dicha tecnología en condiciones óptimas. La experiencia es nueva en este mercado, por lo que será necesario programar diversas actividades que aseguren la constante preocupación por la mejora continua de los procesos.

- ✓ OE N°20 – Gestionar el conocimiento: Así como la adecuación de la estructura organizacional de la empresa y la formación del personal de la planta son objetivos importantes para esta estrategia, efectuar acciones relacionadas a la gestión del conocimiento obtenido por la implementación y operación de los procesos de la planta, se convierte en un eje estratégico para las actividades de mantención, renovación tecnológica y desarrollos innovativos del negocio, enfocado en incentivar una cultura organizacional basada en compartir internamente dicho aprendizaje.

8.8.2.4. Mapa Estratégico

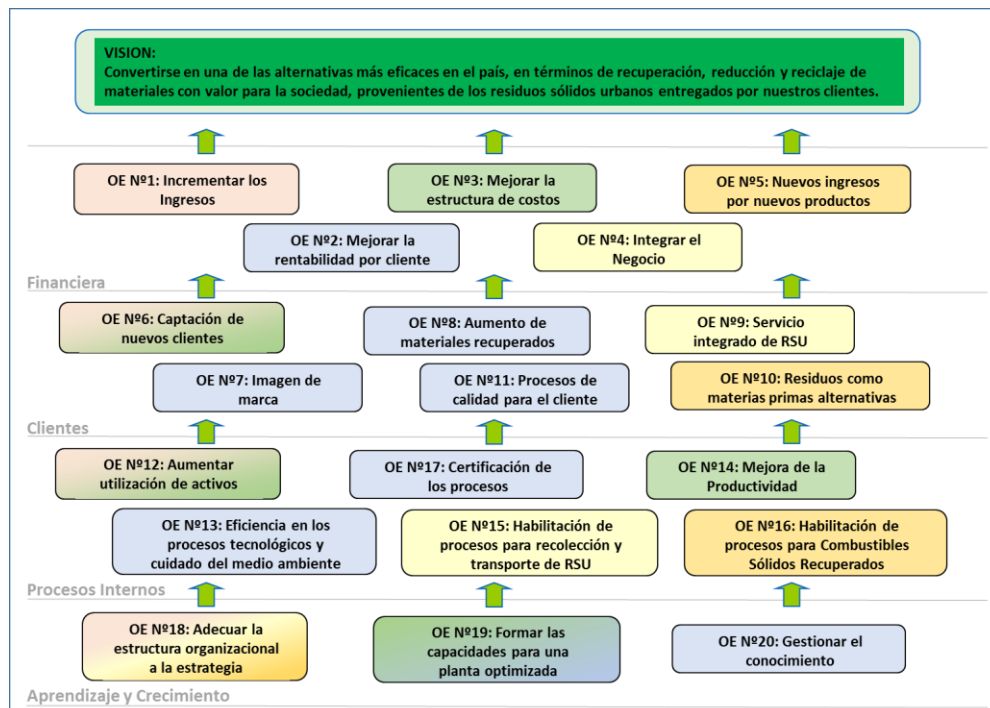


Figura 28. Mapa Estratégico – Objetivos Estratégicos – Planta TMB.
Fuente: Elaboración Propia

8.8.2.5. Planes de Acción

- Acción Estratégica N°1 – Programa inicial de formación y actividades permanentes de capacitación: asegurar recursos para traer expertos internacionales en la materia y/o traer técnicos para formación del personal, que permita formar las capacidades necesarias para la mejor operación de la planta. Explorar alternativas de capacitación permanente con diversas plantas TMB.
- Acción Estratégica N°2 – Pasantías internacionales: analizar, estudiar, contactar y planificar actividades que permitan a nuestros expertos, capacitarse durante períodos de tiempo determinados, en plantas TMB de países como España, Argentina, Alemania, etc.
- Acción Estratégica N°3 – Configuración y reacondicionamiento de equipamientos: programar las actividades relacionadas a la adecuación y acondicionamiento de los equipos de la planta, con el fin de optimizar la recuperación de materiales reciclables.
- Acción Estratégica N°4 – Nuevos clientes: planificar y agendar actividades relacionadas a la obtención de nuevos clientes, para la venta de los materiales recuperados mediante el tratamiento de los residuos, como, por ejemplo, actividades de difusión de la planta, visitas a las instalaciones, etc.
- Acción Estratégica N°5 – Optimización del equipamiento para nuevos tipos de materiales reciclables: investigación y estudio de tecnologías que permitan recuperar de entre los residuos, otro tipo de materiales con potencial de comercialización, como, por ejemplo, residuos electrónicos, textiles y otros, lo que permitirá aumentar los ingresos de la planta.
- Acción Estratégica N°6 – Proyecto “Recolección y Transporte de RSU”: efectuar la formulación y evaluación del proyecto relativo a la implementación de una flota de transporte y adecuación de las instalaciones, para efectuar la recolección de los RSU en los puntos en que los clientes los generan y su posterior traslado hacia la planta TMB.
- Acción Estratégica N°7 – Sistema de Gestión de la Calidad – Medio Ambiente – Seguridad y Salud en el trabajo: elaborar la documentación de todos los procesos de la planta que serán parte del sistema de calidad a implementar en la planta. Efectuar procesos de evaluación de la conformidad por terceras partes conducentes a certificación de los sistemas.
- Acción Estratégica N°8 – Proyecto “Operación 24/7”: dada la alta inversión en activos y la potencialidad para que estos funcionen en forma permanente las 24 horas del día, los 7 días de la semana, se efectuará el diseño organizacional y establecerán los requisitos para que la planta utilice sus activos continuamente, con lo cual se espera lograr una disminución de costos relativa y la posibilidad de incrementar la cantidad de residuos a tratar, es decir, aumentar la cantidad de clientes potenciales que la planta puede recibir.

- Acción Estratégica N°9 – Proyecto “Combustibles Sólidos Recuperados”: actualmente las industrias como las cementeras y generadoras de electricidad, no cuentan con la tecnología para utilizar combustibles sólidos recuperados (provenientes de los residuos sólidos urbanos) como insumos para sus procesos, puesto que, en el país no se generan este tipo de combustibles. Considerando las últimas incorporaciones a las normativas legales vigentes, es de esperar que, en los próximos años, los combustibles sólidos recuperados tengan un mercado local en el cual comercializarse, por lo que se formulará y evaluará esta alternativa para la obtención de este nuevo producto a elaborar por la planta.
- Acción Estratégica N°10 – Incrementar el valor de marca: considerando todos los esfuerzos que se realizarán para mantener a la planta posicionada como una alternativa amigable para el medio ambiente y preocupada por utilizar tecnologías limpias, se efectuarán actividades para que el mercado visibilice la planta como la mejor alternativa para el tratamiento de residuos sólidos urbanos. Con lo anterior, se desplegarán diversas campañas tanto comunicacionales como de difusión, explicando los beneficios ambientales entregados por la planta, no sólo dirigidas hacia los clientes directos de los servicios prestados, sino que también para el caso de los clientes municipalidades, a los habitantes de éstas, con el objeto de generar conciencia en la población, respecto al bien público generado por el tratamiento de los residuos.

8.8.2.6. Listado de Indicadores Estratégicos

- Indicador Estratégico N°1 – Incremento en los ingresos por venta de materiales recuperados
 - Métrica: aumento porcentual de los ingresos por venta de materiales recuperado
 - Plazo: anual
 - Meta: 2%.
- Indicador Estratégico N°2 – Disminución de residuos enviados a relleno sanitario
 - Métrica: Porcentaje de residuos rechazados enviados a relleno sanitario, respecto al total de los residuos tratados en el año.
 - Plazo: 10 años
 - Meta: 70% del total de los residuos tratados.
- Indicador Estratégico N°4 – Incremento en materiales recuperados
 - Métrica: Porcentaje de materiales recuperados respecto al total de los residuos tratados en el año.
 - Plazo: 10 años
 - Meta: 25% del total de los residuos tratados.
- Indicador Estratégico N°5 – Cantidad de trabajadores con capacitaciones efectuadas
 - Métrica: Número de trabajadores asistentes a talleres de capacitación organizados

- Plazo: 5 años
 - Meta: 75% de los operarios de la planta.
- Indicador Estratégico N°6 – Nuevos clientes
 - Métrica: Cantidad de nuevos clientes separados por segmentos (municipales y empresas privadas)
 - Plazo: 3 años
 - Meta: 2 nuevos municipios y 5 empresas privadas.
 - Indicador Estratégico N°7 – Servicio de recolección y transporte de RSU
 - Métrica: Cantidad clientes que contraten el servicio de recolección y transporte de sus RSU
 - Plazo: 10 años
 - Meta: 1 municipio y 5 empresas privadas.
 - Indicador Estratégico N°8 – Operación planta en turnos
 - Métrica: planta configurada y operando en 3 turnos equivalentes al funcionamiento 24/7.
 - Plazo: 5 años
 - Meta: al año 2, 2 turnos por día. Al año 5, 3 turnos por día equivalente al funcionamiento 24 horas, 7 días a la semana.
 - Indicador Estratégico N°9 – Sistema de Gestión Certificados
 - Métrica: Tres sistemas de gestión certificados (Calidad – Medio Ambiente – Seguridad y Salud en el trabajo)
 - Plazo: 5 años
 - Meta: Al año 2, Sistema de Gestión de la Calidad; Al año 4, Sistema de Gestión Medioambiental; Al año 5, Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo.
 - Indicador para medir la Visión
 - Métrica: Disminución de residuos enviados a relleno sanitarios e Incremento en materiales recuperados, en comparación con las empresas competidoras.
 - Plazo: 30 años
 - Meta: Primer o Segundo lugar respecto a las alternativas de gestión de residuos sólidos que efectúan recuperación de materiales reciclables y una mayor disminución de RSU a relleno sanitario.

8.9. Conclusiones

Tradicionalmente los residuos sólidos urbanos, son descritos como desechos que poco valor poseen para la sociedad en su conjunto, pese a que se destinan enormes cantidades de recursos públicos y privados, para ejecutar los procesos que actualmente son considerados seguros para su recolección en destino, traslado mediante vehículos acondicionados y disposición final en instalaciones adecuadas para ello.

Por otro lado, los residuos sólidos urbanos, contienen materiales que, para ciertos sectores industriales, poseen valor como insumos para la obtención de los productos que elaboran. Tal es el caso de las industrias relacionadas a la fabricación de envases y embalajes de plásticos y vidrios, así como también las correspondientes a la fabricación de materiales para la construcción que utilizan chatarra metálica como materia prima para sus productos. Otro claro ejemplo es la industria del papel, los cuales demandan grandes cantidades de este material reciclado para incorporarlo en la fabricación de productos como el papel tissue, entre otros.

Dicho valor para la industria, se ha transformado en una demanda por materiales reciclados, la cual, en conjunto con las directrices de cuidado medioambientales, han favorecido el nacimiento de proyectos que tiene como fin disminuir los impactos ambientales que generan los residuos sólidos y, a la vez, generar valor económico en torno a los materiales recuperados de entre ellos.

A lo largo de esta investigación, se ha planteado un análisis para la implementación de una alternativa que actualmente se utiliza en Europa, para el tratamiento de los RSU, pero que, en Chile, aún no se ha aplicado a grandes escalas. Precisamente el modelo europeo utiliza las plantas de tratamiento mecánico biológico como alternativa integradora para obtener insumos a partir de los residuos sólidos, que incluso van más allá de la recuperación de materiales para el reciclaje, ya que también se obtienen otros que sirven como materias primas para industrias dedicadas a la elaboración de cemento, generación de electricidad a partir de biogás o biomasa, así como también otras que a través de la incineración de parte de los residuos, pueden abastecer de energía térmica a instalaciones que lo requieran. Lamentablemente, en Chile, experiencias dedicadas a la utilización de residuos sólidos de procedencia domiciliaria como insumos para procesos de elaboración de cemento o energía eléctrica, no se encuentran habilitadas actualmente, por lo que como potencial cliente de una planta TMB, dichas industrias no forman parte de los clientes objetivos de este trabajo.

El segmento objetivo de proveedores y clientes de la planta TMB analizada en este trabajo, corresponde a los municipios, quienes son capaces de proveer del principal insumo utilizado por la planta, es decir, los residuos sólidos urbanos. En específico, se definió al municipio de Ñuñoa, por su historial respecto a la gestión de sus residuos sólidos, el cual ha efectuado a lo largo de las últimas dos décadas, esfuerzos para inculcar a la población la importancia de la reutilización, recuperación y reciclaje de los RSU, a través de la recolección segregada en sus domicilios de residuos reutilizables, así como también la implementación de una planta de clasificación de materiales reciclables, que fue exitosa mientras estuvo en funcionamiento dentro de la comuna. Dicha comuna, tal como lo comentan los representantes consultados dentro de la investigación realizada, estarán dispuestos a participar en iniciativas que permitan gestionar alternativas de recuperación de residuos, por supuesto, mientras los recursos que inviertan en ello, no varíen significativamente respecto a los utilizados para la gestión actual.

Adicionalmente, la investigación de mercado incluyó conversaciones con ejecutivos de empresas que tradicionalmente adquieren materiales reciclables como plásticos, vidrios, metales, papeles y cartones. De estas entrevistas se logró aclarar

temas relevantes como la disponibilidad que este tipo de empresas poseen para facilitar contenedores de tamaño adecuado para el acopio del material recuperado, así como también el posterior traslado en camiones acondicionado para ello, a sus instalaciones. En general, todas comentan que pueden establecer relaciones a mediano y largo plazo, con organizaciones que sean capaces de abastecerles grandes cantidades en período de tiempo definidos, puesto que ello les ayuda a mantener asegurada su provisión de insumos. Una entrevista clave en torno a un potencial producto que puede obtener la planta corresponde a la realizada a un ejecutivo de una empresa cementera. La principal conclusión de dicha conversación, corresponde a que, cualquier planta elaboradora de cemento, que esté ubicada dentro de la Región Metropolitana, no puede utilizar material recuperado de los residuos sólidos urbanos, para incinerarlos como combustibles para sus procesos, dadas las restricciones de emisiones al medio ambiente que están vigentes actualmente en la región. En efecto, dicha cementera tiene una planta dentro de la Región Metropolitana, la cual utiliza como combustible exclusivamente gas natural. Otras plantas cementeras a lo largo del país, han innovado utilizando residuos sólidos como combustibles para sus procesos, pero estos no precisamente provienen de los residuos domiciliarios, puesto que se tratan de aceites residuales del tipo automotriz y neumáticos, los cuales, la mayoría del tiempo, no forman parte de los desechos que son retirados de los propios domicilios. Además, si bien dichas cementeras los utilizan como combustibles, no pagan por ellos, sino más bien, les son facilitados para su destrucción como medida alternativa al envío a rellenos sanitarios.

En cuanto a la factibilidad económica, considerando los porcentajes de recuperación logrados por la planta, así como los precios de venta de los materiales reciclados y la tarifa definida para el tratamiento de los residuos que reciba, se puede concluir que la TMB no es capaz de generar flujos de caja operacionales positivos, puesto que los ingresos no logran cubrir los costos de operación. Lo anterior permite concluir que este negocio, con una tarifa de servicios igual a la tarifa de los rellenos sanitarios, no es rentable.

Por otro lado, se evaluó como alternativa, una que considere una tarifa más elevada por el servicio de tratamiento de residuos e incluyendo un modelo de financiamiento de las inversiones con recursos públicos y operación privada mediante concesión por el período de tiempo analizado. Considerando dichas premisas, una tarifa de tratamiento prácticamente triplicada respecto a la cobrada por los rellenos sanitarios, la inversión en equipamientos e instalaciones con recursos públicos y el capital de trabajo costado por un privado que se adjudique la operación de la planta, es posible obtener una rentabilidad positiva. Dado que estos corresponden a fuertes supuestos con baja probabilidad de ocurrencia, el escenario más probable es que, dadas las condiciones del mercado relacionado al reciclaje actualmente, no es factible invertir en una planta TMB en el país, con el fin de obtener rentabilidad para sus inversionistas. Las principales condiciones para el éxito de este tipo de iniciativas, las cuales requieren grandes inversiones, es que la mayor parte de los materiales que recuperen, puedan ser utilizados como materias primas que logren asignarles un valor económico. Este es el caso de gran parte del material de rechazo obtenido como resultado, tanto de los procesos mecánicos como biológicos, los cuales pueden ser utilizados como combustibles sólidos recuperados, pero que, en la actualidad, no poseen demanda dentro del territorio nacional.

Finalmente, aún existe una esperanza relacionada con las nuevas disposiciones legales respecto al destino de los residuos sólidos urbanos, los cuales, según versa la ley, necesariamente requerirán tratamientos previos con el fin de recuperar la mayor cantidad de materiales posibles para reciclar y disminuir la cantidad de residuos que llega a relleno sanitario. Se espera que alternativas como una planta TMB u otras de las descritas en este estudio, encuentren una oportunidad para establecer modelos de operación económicamente rentables, que les permitan entregar todo su potencial para el mejoramiento del medioambiente en el que el país desarrolla sus actividades día a día, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población.

8.10. Bibliografía

- Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile, Basado en el Proyecto “Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos de Chile), Año 2010, Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, Unidad de Desarrollo Tecnológico UDT, Universidad de Concepción. Metodología de Formulación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Valorización de Residuos Municipales, Año 2013, División de Evaluación Social de Inversiones, Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile.
- Marketing Estratégico, Roger Best, Cuarta Edición.
- Administración de Operaciones, Richard Chase, Robert Jacobs, Décimo Tercera Edición.
- Modelo de Negocios Canvas, Alexander Osterwalder.
- Administración Estratégica, Michael Hitt, R. Duane Ireland y Robert Hoskisson.
- Plan de negocio reciclaje y gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios, Tesis para optar al grado de Magister en Gestión y Dirección de Empresas, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Jaime Esteban Contreras, Julio 2010.
- Incidencia de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Domiciliarios y su situación actual a nivel nacional: problemáticas y consecuencias, Memoria para Optar al Título de Geógrafo, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Geografía, Paulina Paz Romero, Año 2015.
- Plan de negocio para una planta de tratamiento de desechos biológicos, Tesis para optar al grado de Magister en Gestión para la Globalización, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Felipe Sebastián Godoy, Año 2015.
- Plan de negocios para el tratamiento de Residuos Hospitalarios en múltiples modalidades, Tesis para optar al grado de Magister en Gestión y Dirección de

Empresas, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Geografía, Martín Andrés Garrido, Año 2016.

- Planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) en Monte Arraíz, Bilbao. Iosu Madariaga, Mikel Huizi, Diputado Foral de Medio Ambiente, Director Gerente, DIPUTACIÓN FORAL DE BIZKAIA, GARBIKER, Año 2013.
- Planta de TMB Norte III | Norte III MBT Pant. Buenos Aires, FuturEnviro, www.futurenviro.es; Mayo 2015
- Caminando hacia residuo cero mediante su aprovechamiento en combustibles sólidos alternativos y Diesel-r, Griño Ecologic; www.grinyo.com
- Compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso, Memoria de Tesis, Universitat Autònoma de Barcelona; Departament D' Enginyeria Química, Raquel Barrena Gomez, Año 2006.
- Análisis de la evolución de las plantas de tratamiento mecánico-biológico de residuos en España, Gallardo, A.; Edo, N; Colomer, F.J., INGRES Ingeniería de Residuos. Universitat Jaume I. www.retema.es, Julio 2014.
- Estudio de la situación actual de las plantas de tratamiento mecánico-biológico en España; Congreso Nacional del Medio Ambiente CONAMA 2014, Universidad Jaume I de Castelló; Antonio Gallardo Izquierdo, Año 2014.
- Análisis de Viabilidad Económica y Financiera de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en el Departamento del Cauca; Documento elaborado para optar al título de Especialista en gestión de Residuos Sólidos; Universidad EAN Bogotá, Ing. MSc. José Alejandro Martínez S., Julio 2013.
- Mechanical – Biological – Treatment: A Guide for Decision Makers Processes, Policies and Markets, The Summary Report, Technology & Business Review; Juniper Consultancy Sevices Ltd, Edgard Archer, BEng; Marzo 2005.
- Costs for Municipal Waste Management in the EU, Final Report to Directorate General Enviroment European Commission; eunomia research & consulting, Dr Dominic Hogg.
- Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste; Deparment for Environment Food & Rural Affairs; United Kingdom, Febrero 2013; [https://www.gov.uk/government/publications?departments\[\]=department-for-environment-food-rural-affairs](https://www.gov.uk/government/publications?departments[]=department-for-environment-food-rural-affairs)
- Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos, Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal; Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales,

Escuela de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Forestales; Carolina Alejandra Córdova Molina, Santiago 2006.

- Alternativas de valorización y eliminación de residuos sólidos urbanos, Universitat Politècnica de València, Cátedra ACAL Ciudad Sostenible, Javier Rodrigo Ilarri, María Elena Rodrigo Clavero, José María Fernández González, año 2015.
- www.mma.gob.cl
- <http://www.nunoa.cl/>
- www.sorepa.cl
- www.gerdau.cl
- www.recupac.cl

9. Anexos

9.1. Anexo 1 - Descripción general del contexto nacional

9.1.1. Demográfico

Según los datos recabados a través del CENSO de población realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas en el año 2002, Chile poseía en aquél año 15.116.435 habitantes²⁷. Luego, mediante la información recabada a través del cuestionado CENSO del año 2012 y a la espera de la ejecución del mismo CENSO abreviado del año 2017, el INE efectuó una actualización y proyección corta de población²⁸, la cual corrige y proyecta la cantidad de habitantes del país hasta el año 2020. Por otro lado, INE ha efectuado diversos estudios para proyectar la cantidad de habitantes a nivel nacional más allá del período mencionado, incluso llegando hasta el año 2050. Con todo lo anterior y utilizando las distribuciones porcentuales de población de las diversas regiones del país para el año 2020, se puede estimar la cantidad de habitantes para dichas reparticiones administrativas, según lo expuesto en siguiente tabla.

Tabla 35. Proyección de Población por Región para Chile, años 2002 a 2050

| Región | 2002 | 2012 | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 | 2040 | 2050 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 195,2 | 227,0 | 247,1 | 258,8 | 262,0 | 268,2 | 275,4 | 276,7 |
| I - Región de Tarapacá | 247,7 | 313,0 | 352,7 | 376,2 | 380,8 | 390,0 | 400,4 | 402,3 |
| II - Región de Antofagasta | 512,2 | 594,8 | 641,0 | 667,0 | 675,2 | 691,4 | 709,9 | 713,2 |
| III - Región de Atacama | 263,7 | 299,9 | 320,8 | 332,5 | 336,5 | 344,6 | 353,8 | 355,5 |
| IV - Región de Coquimbo | 625,2 | 735,2 | 794,4 | 828,0 | 838,1 | 858,2 | 881,1 | 885,3 |
| V - Región de Valparaíso | 1.596,0 | 1.772,7 | 1.859,7 | 1.907,9 | 1.931,3 | 1.977,6 | 2.030,4 | 2.040,0 |
| RM - Región Metropolitana | 6.285,3 | 7.057,5 | 7.482,6 | 7.724,9 | 7.819,7 | 8.007,1 | 8.221,0 | 8.259,6 |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 809,7 | 894,4 | 934,7 | 956,6 | 968,4 | 991,6 | 1.018,1 | 1.022,8 |
| VII - Región del Maule | 941,3 | 1.020,8 | 1.057,5 | 1.078,2 | 1.091,4 | 1.117,6 | 1.147,4 | 1.152,8 |
| VIII - Región del Biobío | 1.930,2 | 2.073,3 | 2.141,0 | 2.177,3 | 2.204,0 | 2.256,8 | 2.317,1 | 2.328,0 |
| IX - Región de la Araucanía | 901,3 | 970,7 | 1.002,0 | 1.018,7 | 1.031,2 | 1.056,0 | 1.084,2 | 1.089,3 |
| XVI - Región de los Ríos | 369,4 | 395,9 | 410,1 | 418,0 | 423,1 | 433,3 | 444,8 | 446,9 |
| X - Región de los Lagos | 743,0 | 822,3 | 853,7 | 870,8 | 881,5 | 902,6 | 926,7 | 931,1 |
| XI - Región de Aysén | 94,1 | 105,4 | 110,3 | 113,1 | 114,5 | 117,2 | 120,4 | 120,9 |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 154,0 | 161,9 | 166,4 | 168,7 | 170,8 | 174,9 | 179,5 | 180,4 |
| Total País | 15.668,3 | 17.444,8 | 18.373,9 | 18.896,7 | 19.128,8 | 19.587,1 | 20.110,3 | 20.204,8 |

Fuente: Elaboración propia, con información del Instituto Nacional de Estadísticas (en miles de habitantes).

Adicionalmente, la distribución de la población entre sectores urbanos y rurales, se puede apreciar en las siguientes tablas.

²⁷ Síntesis de Resultados CENSO 2002, Instituto Nacional de Estadísticas, marzo 2003.

²⁸ País y regiones total: Actualización población 2002-2012 y proyecciones 2013-2020.

Tabla 36. Proyección de Población Urbana por Región para Chile, años 2002 a 2050

| Región | 2002 | 2012 | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 | 2040 | 2050 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 181,8 | 212,0 | 236,1 | 242,8 | 245,8 | 251,7 | 258,4 | 259,6 |
| I - Región de Tarapacá | 234,8 | 298,7 | 351,0 | 361,0 | 365,4 | 374,2 | 384,2 | 386,0 |
| II - Región de Antofagasta | 500,3 | 581,9 | 635,4 | 653,4 | 661,5 | 677,3 | 695,4 | 698,7 |
| III - Región de Atacama | 241,1 | 275,5 | 298,1 | 306,6 | 310,4 | 317,8 | 326,3 | 327,8 |
| IV - Región de Coquimbo | 488,1 | 589,5 | 654,9 | 673,5 | 681,8 | 698,1 | 716,8 | 720,1 |
| V - Región de Valparaíso | 1.461,3 | 1.626,4 | 1.703,5 | 1.751,9 | 1.773,5 | 1.815,9 | 1.864,5 | 1.873,2 |
| RM - Región Metropolitana | 6.092,1 | 6.844,6 | 7.281,0 | 7.488,1 | 7.580,1 | 7.761,7 | 7.969,1 | 8.006,5 |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 568,9 | 640,1 | 668,5 | 687,5 | 695,9 | 712,6 | 731,6 | 735,1 |
| VII - Región del Maule | 625,0 | 691,1 | 712,7 | 732,9 | 741,9 | 759,7 | 780,0 | 783,7 |
| VIII - Región del Biobío | 1.584,5 | 1.709,2 | 1.746,3 | 1.795,9 | 1.818,0 | 1.861,6 | 1.911,3 | 1.920,3 |
| IX - Región de la Araucanía | 609,8 | 662,2 | 677,9 | 697,2 | 705,8 | 722,7 | 742,0 | 745,5 |
| XVI - Región de los Ríos | 252,2 | 272,4 | 281,2 | 289,2 | 292,7 | 299,7 | 307,7 | 309,2 |
| X - Región de los Lagos | 509,0 | 572,5 | 593,2 | 610,0 | 617,5 | 632,3 | 649,2 | 652,3 |
| XI - Región de Aysén | 75,7 | 85,8 | 90,5 | 93,1 | 94,2 | 96,5 | 99,1 | 99,5 |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 142,6 | 150,1 | 152,6 | 156,9 | 158,9 | 162,7 | 167,0 | 167,8 |
| Total País | 13.567,2 | 15.212,0 | 16.082,7 | 16.540,2 | 16.743,4 | 17.144,6 | 17.602,5 | 17.685,2 |

Fuente: Elaboración propia, con información del Instituto Nacional de Estadísticas (en miles de habitantes).

Tabla 37. Proyección de Población Rural por Región para Chile, años 2002 a 2050.

| Región | 2002 | 2012 | 2017 | 2020 | 2025 | 2030 | 2040 | 2050 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 13,3 | 15,0 | 15,5 | 15,9 | 16,1 | 16,5 | 17,0 | 17,1 |
| I - Región de Tarapacá | 13,0 | 14,3 | 14,8 | 15,2 | 15,4 | 15,8 | 16,2 | 16,3 |
| II - Región de Antofagasta | 11,9 | 12,9 | 13,2 | 13,6 | 13,8 | 14,1 | 14,5 | 14,5 |
| III - Región de Atacama | 22,5 | 24,4 | 25,1 | 25,9 | 26,2 | 26,8 | 27,5 | 27,6 |
| IV - Región de Coquimbo | 137,2 | 145,7 | 150,2 | 154,5 | 156,4 | 160,1 | 164,4 | 165,1 |
| V - Región de Valparaíso | 134,7 | 146,3 | 151,7 | 156,0 | 157,9 | 161,7 | 166,0 | 166,8 |
| RM - Región Metropolitana | 193,2 | 212,9 | 230,2 | 236,7 | 239,6 | 245,4 | 251,9 | 253,1 |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 240,7 | 254,3 | 261,7 | 269,1 | 272,4 | 279,0 | 286,4 | 287,8 |
| VII - Región del Maule | 316,3 | 329,7 | 335,7 | 345,3 | 349,5 | 357,9 | 367,5 | 369,2 |
| VIII - Región del Biobío | 345,7 | 364,2 | 370,8 | 381,3 | 386,0 | 395,3 | 405,8 | 407,7 |
| IX - Región de la Araucanía | 291,5 | 308,6 | 312,6 | 321,5 | 325,5 | 333,3 | 342,2 | 343,8 |
| XVI - Región de los Ríos | 117,2 | 123,5 | 125,3 | 128,8 | 130,4 | 133,5 | 137,1 | 137,8 |
| X - Región de los Lagos | 234,0 | 249,8 | 253,6 | 260,8 | 264,0 | 270,3 | 277,5 | 278,8 |
| XI - Región de Aysén | 18,4 | 19,5 | 19,4 | 20,0 | 20,2 | 20,7 | 21,3 | 21,4 |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 11,3 | 11,8 | 11,4 | 11,8 | 11,9 | 12,2 | 12,5 | 12,6 |
| Total País | 2.101,0 | 2.232,8 | 2.291,3 | 2.356,5 | 2.385,4 | 2.442,6 | 2.507,8 | 2.519,6 |

Fuente: Elaboración propia, con información del Instituto Nacional de Estadísticas, (en miles de habitantes).

En cuanto a la superficie del país, Chile cuenta con 2.006.096 km² de territorio, de los cuales la Región de Magallanes y Antártica Chilena con 1.382.291 km², es la más extensa a nivel nacional, seguidas por las Regiones de Antofagasta y Aysén, con 126.049 km² y 108.494 km², respectivamente²⁹. El detalle de todas las regiones se puede ver en la tabla a continuación.

²⁹ Enfoque Estadístico Nuevas Regiones de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas, octubre 2007.

Tabla 38. Superficie territorial por Región para Chile.

| Región | Superficie (km ²) |
|--|-------------------------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 16.873 |
| I - Región de Tarapacá | 42.226 |
| II - Región de Antofagasta | 126.049 |
| III - Región de Atacama | 75.176 |
| IV - Región de Coquimbo | 40.580 |
| V - Región de Valparaíso | 16.396 |
| RM - Región Metropolitana | 15.403 |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 16.387 |
| VII - Región del Maule | 30.269 |
| VIII - Región del Biobío | 37.069 |
| IX - Región de la Araucanía | 31.842 |
| XVI - Región de los Ríos | 18.430 |
| X - Región de los Lagos | 48.584 |
| XI - Región de Aysén | 108.494 |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 1.382.291 |
| Total País | 2.006.069 |

Fuente: Elaboración propia, con información del Instituto Nacional de Estadísticas.

Esta información es relevante para este plan de negocio, puesto que la cantidad de RSU está directamente relacionada, entre otras variables, a la cantidad de habitantes del país, puesto que éstos son los generadores principales de este tipo de desechos. Como se puede apreciar en las tablas anteriores, no tan solo la proyección de habitantes totales va en ascenso para el período contemplado, sino que también y concordante con estudios realizados por INE, la migración de habitantes rurales hacia los centros urbanos va en ascenso. Por lo tanto, lo anterior vaticina el crecimiento en la generación de los RSU para el período establecido en dichas proyecciones.

9.1.2. Sociocultural

A diferencia de las economías europeas más desarrolladas, Latinoamérica en general y en específico Chile, exhibe una baja iniciativa por parte de sus habitantes respecto a la gestión de los residuos que generan en sus propios hogares y otros lugares frecuentados. Tal como lo analizaba CONAMA en el año 2005³⁰, la población reduce su intervención a la entrega de bolsas con basura a los camiones de recolección municipal o a su disposición transitoria en contenedores ubicados en las calles especialmente para ello. Los usuarios en general en el país, identifican los servicios de recolección y traslado de RSU como una obligación de los municipios hacia los habitantes de sus comunas, olvidando que la propiedad de los desechos que generan, y que por tanto, la responsabilidad de gestionarlos adecuadamente, es en esencia de ellos mismos.

En el país, los centros urbanos, así como en general los poblados rurales, se presentan limpios, puesto que cuenta con buenos servicios de aseo y ornato, pero a cambio se deben utilizar significativas cantidades de recursos para sostenerlos, derivando casi la mayoría de estos, en contratos de concesión a empresas privadas para la gestión en sus diversos aspectos, es decir, en la recolección, traslado, tratamiento y disposición final.

³⁰ Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios, Comisión Nacional de Medioambiente CONAMA, 2005.

Sin embargo, la falta de educación ambiental en el país es evidente. La ciudadanía se ha caracterizado por su conflictividad y oposición a la instalación y operación de iniciativas de manejo de residuos en lugares cercanos a sus hogares, debido a los potenciales daños colaterales que implican dichas infraestructuras como los riesgos sanitarios y medioambientales (como contaminación de los recursos hídricos y atmosféricos ocasionados directamente por causa de la operación de las instalaciones de disposición final), así como también la contaminación acústica y del aire (por el tránsito de camiones y maquinarias pesadas). Pero es importante que la ciudadanía logre asimilar que los avances en torno a dichas instalaciones son significativos. Los rellenos sanitarios, en contraste con los vertederos o basurales, cuentan con importantes diferencias en sus sistemas de seguridad, estableciendo entre otras actividades, acciones para la mitigación de daños ambientales, además de estar en constante fiscalización por parte de la autoridad sanitaria, con el objeto de mantener activos dichos sistemas. Para que precisamente la ciudadanía se informe y comprenda la gravedad de la situación relacionada al manejo de los RSU, es necesaria la existencia de programas de capacitación y difusión, que permitan informales e incentivarles a gestionar los desechos, con el objeto que efectúen actividades para la minimización de éstos, evitando que lleguen a los rellenos sanitarios, vertederos y/o basurales del país.

En esta línea, la otrora CONAMA, impulsó en conjunto con otras instituciones del Estado, como el Ministerio de Educación, por ejemplo, un Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos, el cual tenía entre sus ámbitos de acción la Gestión de Recursos, la cual contaba con una línea de acción referida al Manejo de los residuos sólidos domiciliarios y asimilables, en cuanto a su reutilización y reciclaje. Actualmente, el Ministerio del Medio Ambiente, posee una División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana³¹, la cual promueve en la población del país, la generación de hábitos y conductas sustentables que mejoren la calidad de vida de los habitantes del territorio. Dentro de sus líneas de trabajo se encuentran: Gestión Ambiental Local, que promueve la incorporación de los municipios en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal y en su programa de Barrios Sustentables; Educación Ambiental, que es el continuador del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos; Fondo de Protección Ambiental, que apoya la participación ciudadana en la solución de los problemas ambientales y búsqueda de la sustentabilidad; y por último, Participación Ciudadana, que la promueve en la gestión ambiental local, elaborando o modificando los planes de descontaminación y nuevas normas ambientales, para el desarrollo sustentable y la equidad ambiental.

Teniendo en cuenta el contexto sociocultural del país por tanto, es importante considerar las dificultades que se presentan para la minimización en la generación de RSU, puesto que la población, pese a los programas de sensibilización ambiental impulsados por el Estado, sigue siendo indiferente ante la gestión de los residuos en sus propios hogares, por lo cual se avizora que en el corto y mediano plazo, la reducción de materiales considerados desechos, los cuales son destinados a las instalaciones de disposición final, no disminuirán como consecuencia de la acción de sus propios

³¹ <http://portal.mma.gob.cl/division-de-educacion-ambiental/>

generadores. Por el contrario, ellos mismos estiman que son sus autoridades administrativas como los Municipios o, en su defecto, el propio Estado, quien debe proveer las soluciones para solucionar la problemática asociada a los residuos.

9.1.3. Económico

Chile en las últimas décadas, se ha convertido en una de las economías con mayor crecimiento en América Latina³². En el año 2011, el Producto Interno Bruto alcanzó un 6,1%, el cual, debido al efecto de la baja en el precio del cobre a nivel mundial, ha disminuido paulatinamente hasta llegar a un 1,6% para el año 2016, lo que ha afectado en forma negativa a la inversión privada y a las exportaciones. Durante los últimos 4 años, el país ha experimentado diversos cambios en cuanto a sus políticas económicas, destacando las correspondientes políticas fiscales en cuanto a las reformas tributaria y en la educación. Sin embargo, el bajo crecimiento económico, así como el reducido precio del cobre, aminoró las proyecciones establecidas para la recaudación fiscal mediante la reforma tributaria, lo que, sumado al aumento de los gastos requeridos para sostener la reforma educacional y la ejecución de la política fiscal contra cíclica, han ralentizado el dinamismo económico que ha caracterizado al país durante las últimas décadas. Importante también es mencionar que, según los análisis del Banco Mundial, el desempleo se ha mantenido en niveles estables, en esencia, debido a la capacidad de autoempleo de los trabajadores anteriormente asalariados, puesto que precisamente este último tipo de empleo ha perdido impulso.

Las expectativas puestas sobre el aumento del precio del cobre en el corto y mediano plazo, permiten proyectar un aumento de los ingresos para el fisco, lo que gradualmente contribuirá a la reducción del déficit fiscal. Así mismo, un factor crítico para mejorar la competitividad de la economía chilena, es recuperar la confianza de las inversiones privadas en el corto plazo, como a su vez el mejoramiento de la productividad y el aseguramiento del suministro energético, le permitirán en el largo plazo proyectar un crecimiento sostenible.

Por otro lado, el Banco Central, organismo encargado de establecer los lineamientos correspondientes a la Política Monetaria del país, en cuanto a la meta inflacionaria y la mantención del régimen escogido respecto a la flotación cambiaria, ha presentado en su Informe de Política Monetaria del mes de junio de 2017, que el nivel de precios de la economía se mantendrá alrededor de la meta objetivo establecida por el banco, es decir, alrededor de un 3% para este período. Recientemente, además ha ratificado la Tasa de Política Monetaria en 2,5%, concordante con las expectativas del mercado, la inflación correspondiente a 0,2% en julio de este año y el aumento que ha experimentado recientemente el precio del cobre. Respecto al tipo de cambio, dicha entidad no ha intervenido el mercado cambiario desde el año 2011, episodio en el cual efectuó compras de divisas para aumentar su liquidez internacional. El tipo de cambio se ha mantenido en el año 2017, entre los 640 y 670 pesos por dólar, en promedios mensuales, aproximadamente³³.

³² <http://www.bancomundial.org/es/country/chile>

³³ <http://www.bcentral.cl/>; Informe de Política Monetaria Junio 2017.

El escenario económico chileno, ha permitido que el ingreso promedio de los hogares en los últimos años, haya aumentado paulatinamente, favoreciendo las conductas de consumo.

Tabla 39. Ingreso medio mensual total de los hogares, según Región

| Región | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 703,4 | 861,8 | 849,1 | 900,0 | 993,5 | 1.035,3 |
| I - Región de Tarapacá | 1.007,5 | 1.066,9 | 1.155,8 | 1.267,5 | 1.374,8 | 1.288,9 |
| II - Región de Antofagasta | 1.127,4 | 1.212,1 | 1.368,3 | 1.437,1 | 1.577,9 | 1.466,2 |
| III - Región de Atacama | 852,7 | 843,8 | 995,3 | 1.020,0 | 1.094,6 | 1.038,9 |
| IV - Región de Coquimbo | 692,7 | 757,4 | 804,4 | 898,2 | 941,0 | 985,1 |
| V - Región de Valparaíso | 747,7 | 822,4 | 906,3 | 997,8 | 997,5 | 1.092,3 |
| RM - Región Metropolitana | 966,2 | 1.070,5 | 1.130,5 | 1.166,3 | 1.247,8 | 1.281,8 |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 676,3 | 718,5 | 739,7 | 768,9 | 834,0 | 880,7 |
| VII - Región del Maule | 538,0 | 591,4 | 644,6 | 694,4 | 757,6 | 777,6 |
| VIII - Región del Biobío | 653,6 | 677,1 | 706,5 | 755,3 | 834,0 | 854,0 |
| IX - Región de la Araucanía | 543,3 | 612,0 | 663,2 | 737,8 | 767,6 | 816,8 |
| XVI - Región de los Ríos | 601,9 | 715,0 | 750,0 | 750,7 | 851,4 | 884,2 |
| X - Región de los Lagos | 717,6 | 774,5 | 780,9 | 871,5 | 938,5 | 942,0 |
| XI - Región de Aysén | 863,7 | 931,4 | 923,8 | 990,6 | 1.158,6 | 1.224,9 |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 1.138,6 | 1.210,2 | 1.226,5 | 1.309,9 | 1.518,2 | 1.487,2 |
| Total País | 808,1 | 881,6 | 935,8 | 987,9 | 1.055,6 | 1.085,3 |

Fuente: Elaboración propia, con información del Instituto Nacional de Estadísticas (en miles de pesos).

El aumento del poder adquisitivo de la población, supone un mayor consumo de bienes, lo que a su vez contribuye al aumento en la generación de RSU, puesto que dichos bienes reemplazan otros existentes, poseen embalajes y/o están contenidos en envases, todos los cuales en su mayoría se convierten en desechos. Adicionalmente, dicho aumento del poder adquisitivo, modifica las tendencias de consumo, por ejemplo, en alimentos. Un factor clave relativo a esto último, es que estudios relacionados a la caracterización de RSU, plantean que los hábitos alimenticios de la población se han modificado a través de los años, favoreciendo el consumo de comidas preparadas en desmedro de la preparación de éstas en los hogares. Esto es fundamental al momento de analizar la composición de los residuos provenientes de los hogares, puesto que existe una marcada tendencia al aumento de la fracción inorgánica de residuos frente a la baja de la fracción orgánica. Lo anterior, por tanto, representa un problema para las instalaciones de disposición final, las cuales ven afectadas sus proyecciones en cuanto a la reducción de residuos orgánicos por medio de la degradación natural de éstos, lo cual afecta las estimaciones en cuanto a sus capacidades, acelerando el término de la vida útil de sus instalaciones, o en su defecto, adelantando los proyectos de ampliación o construcción de nuevos rellenos sanitarios.

9.1.4. Político Legal

Desde el punto de vista jurídico, la preocupación por el medio ambiente no es un tema nuevo en Chile. Los primeros indicios referidos a esta preocupación, se materializaron a través de la Ley 3.133 del entonces Ministerio de Industria y Obras Públicas, la cual versaba: *“Prohíbe a los establecimientos industriales, sean mineros, metalúrgicos, fabriles etc., vaciar a las corrientes o depósitos de agua, lagos o lagunas los residuos de su funcionamiento que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, las materias sólidas que provengan de estos establecimientos i las semillas*

*perjudiciales a la agricultura, i dispone lo relativo a la neutralización o depuración de los residuos indicados o de los que contaminen el aire o puedan dañar las alcantarillas*³⁴.

Luego, en 1980, la Constitución Política de la Republica, en su artículo 19, inciso 8º, precisa que dicha Constitución asegura a todas las personas *“El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente*”³⁵.

En el marco de esta Constitución, en el año 1994 se aprueba la Ley 19.300 del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia, la cual en sus disposiciones generales establece en su artículo 1º que los habitantes del país tienen: *“El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia”*. También esta Ley, en su artículo 69, define el primer servicio público enfocado completamente a temas medio ambientales, llamado Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA³⁶. La CONAMA, desde su creación en el año 1994 y hasta su reemplazo como servicio público encargado de temas ambientales en el año 2010, fue el principal impulsor del estudio de temas relacionados a RSU. Uno de sus últimos informes, especialmente significativos para todos quienes pretenden estudiar las tareas relacionadas a la gestión de este tipo de residuos, corresponde al Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile del año 2010, el cual entrega los principales resultados respecto al levantamiento, análisis, generación y publicación de información a nivel nacional respecto a residuos sólidos en el país.

Precisamente en el año 2010, a través de la Ley 20.417 del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia³⁷, la cual introduce modificaciones a la Ley 19.300, se crea junto a la Superintendencia del Medio Ambiente y al Servicio de Evaluación Ambiental, el Ministerio del Medio Ambiente. La creación de estos tres servicios permite entonces que las tareas de evaluación de proyectos ambientales recaigan en el Servicio de Evaluación Ambiental, mientras que los relacionados a la fiscalización y sanciones sean gestionados por la Superintendencia del Medio Ambiente. Por ende, las temáticas relacionadas al desarrollo sustentable, generación de políticas públicas, buenas prácticas y el mejoramiento de la educación ambiental de la ciudadanía, fueron asignadas al Ministerio del Medio Ambiente.

En el año 2016, como resultado de un extenso proceso de estudios y recopilación de información, el Ministerio del Medio Ambiente establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje, a través de la Ley 20.920, que tiene por objeto: *“disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con*

³⁴ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=23760>

³⁵ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=242302>

³⁶ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667&tipoVersion=0>

³⁷ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1010459>

el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente". Dicha Ley, en su artículo 4º declara que *"todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a tal fin evitando su eliminación"* y además, en el mismo artículo agrega que el Ministerio deberá establecer los instrumentos destinados a prevenir la generación de residuos y/o promover su valorización, entre otros, mediante: *"d) Mecanismos de separación en origen y recolección selectiva de residuos; e) Mecanismos para asegurar un manejo ambientalmente racional de residuos, y; f) Mecanismos para prevenir la generación de residuos, incluyendo medidas para evitar que productos aptos para el uso o consumo, según lo determine el decreto supremo respectivo, se conviertan en residuos"*³⁸.

La evolución de las normativas ambientales referidas a la gestión de los RSU, aunque todavía se encuentran en procesos de elaboración y desarrollo, se han enfocado en la disminución de la generación de residuos en sus orígenes, así como también en la responsabilidad que tienen los productores, una vez que sus productos comercializados han concluido sus ciclos de uso y vida útil. Precisamente, la autoridad pretende incentivar mediante las regulaciones correspondientes, el mercado asociado a la valorización de los RSU, favoreciendo por tanto iniciativas que permitan revalorizar los desechos que actualmente carecen de ello. A la fecha, diversas iniciativas han logrado desiguales grados de éxito en torno a la valorización de residuos. Algunos a escalas menores como los recicladores de base en torno a papeles y cartones, y otros relacionados a proyectos medianos respecto a plantas recicladoras instaladas en estaciones de transferencia de RSU o en las propias instalaciones de disposición final, como líneas de reciclaje en los rellenos sanitarios. Lo relevante es que se están consolidando las condiciones de mercado para que las diversas opciones de manejo de RSU, que pretendan instalar alternativas redituables en cuanto a la valorización de estos recursos, puedan efectuar sus actividades en un marco legislativo adecuado y favorable a su funcionamiento.

9.1.5. Tecnológico

Chile, según el Informe sobre la Competitividad Mundial para el período 2016 – 2017, elaborado por el Foro Económico Mundial³⁹, se ubica en el lugar número 33 de 138 países contemplados en el Índice de Competitividad Global, convirtiéndose en el país mejor posicionado para la Región de Latinoamérica y del Caribe. El noveno pilar de dicho indicador corresponde a la "Preparación Tecnológica", ubicándose el país en la posición número 39, exhibiendo como puntos destacados el aporte de la Inversión Extrajera Directa en las nuevas tecnologías utilizadas y el ancho de banda de internet disponible por usuario. Por otro lado, el décimo segundo pilar de este indicador se refiere a la Innovación, el cual ubica a Chile en el lugar 63 del ranking, considerando como puntos altos la disponibilidad de científicos e ingenieros en el lugar 23, la calidad de las instituciones de investigación científica en lugar 43 y, en lugar 44, el número de solicitudes presentadas en el contexto del Tratado de Cooperación respecto a Patentes.

Por otro lado, en enero de este año 2017, fue firmado por la Presidenta de la República, el proyecto de Ley que crea el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el cual adicionalmente incluye la creación de la Agencia de Investigación y Desarrollo, el Consejo

³⁸ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>

³⁹ <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2016-2017-1>

Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, y el Comité Interministerial de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los objetivos principales de este ministerio serán: “*Fortalecer y ampliar las capacidades de investigación, de desarrollo e innovación tecnológica; Orientar y apoyar la formación de investigadores y procurar su adecuada inserción en el sistema, tanto en la academia y en el Estado como en el sector productivo; Vincular de manera cada vez más estrecha el quehacer científico-tecnológico e innovativo con las preocupaciones de la sociedad, definiendo focos de acción y áreas prioritarias en función de los desafíos y oportunidades, tanto nacionales como regionales*”⁴⁰. Es en este contexto, como a principios del mes de agosto de 2017, la Comisión de Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación, terminó el estudio de este proyecto de Ley, despachándolo a la sala del Senado, para ser discutido una vez emitido el informe correspondiente.

El contexto tecnológico ligado al tratamiento de RSU en el país, se encuentra presente en las diversas etapas de la gestión de los residuos. En primer lugar, y asociado directamente a la participación de los generadores de residuos, están los puntos limpios que se han instalado como iniciativas de uno o varios municipios en conjunto, los cuales tienen por objeto, que la propia comunidad deposite sus residuos fraccionadamente en dichas instalaciones. También se han instalado plantas de reciclaje, en algunas estaciones de transferencia de RSU o en los propios rellenos sanitarios, que cuentan con una combinación tecnológica básica de herramientas que permiten extraer, en su generalidad, manualmente fracciones inorgánicas de residuos con potencial de valorización. En cuanto a las instalaciones de disposición final, en Chile los rellenos sanitarios han incorporado en su operación estándares internacionales de seguridad ambiental, incorporando tecnologías de primer nivel en cuanto a los materiales para el recubrimiento de los suelos en que los RSU son dispuestos, los líquidos lixiviados canalizados y tratados, así como también otros procesos contemplados en este tipo de instalaciones.

9.2. Anexo 2 – Análisis del entorno de la industria

9.2.1. Poder de negociación de los compradores

Considerando la cadena de valor asociada a la gestión de los RSU, se identifican dos compradores o clientes en este negocio.

El primero de ellos corresponde al comprador del servicio de tratamiento de residuos sólidos ofrecido por la planta TMB. Por un lado, están todos aquellos municipios que deben gestionar tanto la recolección, transporte y disposición final de los residuos generados por los habitantes de sus respectivas comunas, más los generados por las labores correspondientes a la mantención de sus propios parques y áreas verdes. En las siguientes tablas, se puede observar la demanda por tratamiento de RSU a nivel regional, así como también por comunas con mayor generación de RSU a nivel nacional, para el año 2014.

⁴⁰ <http://www.gob.cl/2016/01/18/ministerio-de-ciencia-y-tecnologia-los-aspectos-clave-del-proyecto-de-ley/>

Tabla 40. Estimación de Residuos Sólidos Urbanos generados, año 2014.

| Regiones | Cantidad estimada RSU (ton/año) |
|--|------------------------------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 97.817 |
| I - Región de Tarapacá | 136.806 |
| II - Región de Antofagasta | 255.206 |
| III - Región de Atacama | 128.262 |
| IV - Región de Coquimbo | 315.915 |
| V - Región de Valparaíso | 753.962 |
| RM - Región Metropolitana | 3.007.813 |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 378.891 |
| VII - Región del Maule | 430.910 |
| VIII - Región del Biobío | 874.016 |
| IX - Región de la Araucanía | 409.234 |
| XVI - Región de los Ríos | 167.084 |
| X - Región de los Lagos | 347.324 |
| XI - Región de Aysén | 44.662 |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 68.136 |
| Total País | 7.416.038 |

Fuente: Elaboración propia, con información extraída del Informe del Estado del Medio Ambiente, año 2016, Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 41. Comunas con la mayor cantidad generada de RSU, año 2014.

| Comuna | Cantidad generada RSU (ton/año) | Comuna | Cantidad generada RSU (ton/año) |
|--------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Puente Alto | 360.450 | Estación Central | 68.882 |
| Maipú | 257.942 | Chillán | 66.138 |
| Pudahuel | 208.676 | La Reina | 60.871 |
| Santiago | 180.638 | Cerro Navia | 60.573 |
| Coquimbo | 179.732 | San Felipe | 58.183 |
| Viña del Mar | 142.520 | Pedro Aguirre Cerda | 55.716 |
| Las Condes | 117.245 | Copiapó | 55.133 |
| Concepción | 110.000 | San Joaquín | 53.466 |
| Valdivia | 92.718 | Curicó | 53.105 |
| Talca | 91.796 | Quilpué | 51.167 |
| Quilicura | 91.363 | Macul | 51.039 |
| Temuco | 88.474 | Lo Espejo | 50.873 |
| Iquique | 81.808 | Osorno | 50.794 |
| La Serena | 79.054 | Melipilla | 50.392 |
| Ñuñoa | 78.447 | Alto Hospicio | 49.420 |
| El Bosque | 77.835 | La Cisterna | 48.039 |
| Los Ángeles | 77.686 | Ovalle | 45.744 |
| La Pintana | 75.561 | Lo Barnechea | 45.369 |
| Coronel | 73.591 | Vitacura | 44.878 |
| Providencia | 70.419 | Cerrillos | 44.298 |

Fuente: Elaboración propia, con información extraída del Informe del Estado del Medio Ambiente, año 2016, Ministerio del Medio Ambiente.

Por el otro, se encuentran las empresas que por su naturaleza generan residuos sólidos asimilables a domiciliarios, como el comercio y algunas industrias como las relacionadas a alimentos, construcción y empaquetadoras, por ejemplo. En la siguiente tabla, se puede observar la cantidad de residuos sólidos generados por el sector industrial en el año 2014, clasificados como no peligrosos.

Tabla 42. Generación de Residuos Sólidos Industriales No Peligrosos, año 2014.

| Residuos Industriales No Peligrosos según Clasificación LER ⁴¹ | Cantidad generada residuos (ton/año) |
|--|--------------------------------------|
| Residuos Municipales (Residuos Domésticos y Asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente ⁴² | 23.993.308 |
| Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón | 4.630.274 |
| Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos | 2.391.990 |
| Residuos de procesos térmicos | 2.268.908 |
| Residuos no especificados en otro capítulo de la lista | 1.687.818 |
| Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas) | 1.321.740 |
| Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales | 1.108.849 |
| Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría | 404.449 |
| Residuos de procesos químicos inorgánicos | 324.845 |
| Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil | 309.038 |
| Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y uso industrial | 281.676 |
| Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales | 274.852 |
| Residuos de procesos químicos orgánicos | 187.548 |
| Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos | 182.969 |
| Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (ffdu) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos) | 146.125 |
| Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada | 1.576 |
| Residuos del refinado de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón | 1.089 |

Fuente: Elaboración propia, con información extraída del Informe del Estado del Medio Ambiente, año 2016, Ministerio del Medio Ambiente.

En la actualidad, para ambos tipos de proveedores, la gestión que este tipo de organizaciones efectúan, corresponde en general a la tercerización, por un lado, del servicio de recolección y transportes, y por otro, a la tercerización del servicio de tratamiento o disposición final de los RSU en rellenos sanitarios. Además, en específico para el caso de los municipios, salvo situaciones excepcionales, ellos celebran contratos por separado con empresas para cada una de dichas actividades. Debido a lo anterior y considerando que estos clientes ya poseen una alternativa funcional, que en la actualidad cumple los requisitos legales y ambientales respecto a la gestión de RSU, poseen un alto poder de negociación frente a proveedores que planteen soluciones alternativas relacionadas a los residuos sólidos. Para el caso de las empresas privadas, que generan residuos sólidos asimilables, efectuando el mismo análisis anterior, se puede inferir que también tienen un poder negociador alto, aunque no en igual magnitud dadas las cantidades de RSU que ellas gestionan en contraste con los clientes municipales.

El segundo comprador, corresponde a los clientes que demandan los materiales recuperados por la ejecución del proceso de tratamiento de la planta a los residuos recibidos por parte de los clientes antes mencionados. Entre estos clientes se pueden identificar a las empresas compradoras de papeles y cartones, vidrios, fierros y chatarras, envases plásticos, aluminio y otros materiales que tengan potencial de comercialización para la planta, así como también potencialmente a empresas cementeras, quienes requieran material calificado como combustibles alternativos, para el reemplazo de los

⁴¹ Lista Europea de Residuos – LER, utilizada por el Ministerio del Medio Ambiente para determinar la composición de los Residuos Industriales No Peligrosos.

⁴² Estos residuos son recolectados por terceros contratados por las industrias, por lo que son distintos a los correspondientes RSU gestionados directamente por los municipios.

tradicionales combustibles, los cuales debido a las constantes variaciones en sus precios, plantean escenarios de incertidumbre económica para sus dueños.

Tabla 43. Muestra de empresas compradoras de materiales reciclados en Chile.

| Tipo de residuo | Empresa | Sitio Web |
|-----------------------|--|---|
| Papeles y Cartones | SOREPA - Sociedad Recuperadora de Papeles S.A. | http://www.sorepa.cl/ |
| | RECUPAC | http://www.recupac.cl/ |
| | REDEGAG | https://reciclachile.es.tl/ |
| Vidrios | Cristalerías Toro | https://www.cristoro.cl/ |
| | Cristalerías Chile | http://www.cristalchile.cl/ |
| | Gerdau AZA | http://www.gerdau.cl/ |
| Metales | Proacer | www.proacer.cl/ |
| | RECYCLA Chile S.A. | https://www.recycla.cl/ |
| | RECIPET | http://www.recipet.cl/ |
| Plásticos | RECUPAC | http://www.recupac.cl/ |
| | Proyectos Plásticos | http://www.proyectosplasticos.cl/ |
| | RECYCLA Chile S.A. | https://www.recycla.cl/ |
| Residuos Electrónicos | Degraf S.A. | http://www.degraf.cl/ |
| Tetrapack | Tetra Pak Chile Comercial Ltda | http://www.tetrapak.com/cl |
| Aluminio | Ecobas 3R S.A. | http://www.ecobas.cl/ |

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las empresas compradoras de materiales reciclados, dado que su presencia en el mercado está marcada por una escasa cantidad para cada material, poseen un alto poder en la fijación del precio al cual están dispuestos a adquirirlos. Sin embargo, al tratarse de proveedores de materiales reciclados que logran ofrecer volúmenes altos, están dispuestas a ofrecer tarifas estables en períodos acotados, debido a su capacidad de asegurar un flujo constante de estas materias primas. Para el caso de proveedores de bajo volumen de materiales, usualmente los precios varían día a día, dependiendo comúnmente de los precios internacionales transados en cada caso, como por ejemplo en la chatarra o en la celulosa de papel, las cuales se usan para fijar dichos valores.

9.2.2. Poder de negociación de los proveedores

El mercado relacionado a los RSU es complejo. Uno de los tipos de clientes mencionados en el apartado anterior, a su vez, también es proveedor para una planta TMB. Las municipalidades, las cuales requieren gestionar los residuos generados por sus habitantes, se convierten en el principal proveedor del insumo crítico necesario para el funcionamiento de una planta de tratamiento de este tipo, es decir, los RSU. En este sentido, e incluyendo en este análisis también a las empresas privadas que requieren gestionar sus residuos, en la actualidad ambas en general no consideran que éstos sean un recurso con valor para ellos, si no por el contrario, deben utilizar recursos para asegurarse que dichos residuos sean tratados adecuadamente, según las disposiciones legales vigentes. Por tanto, en primera instancia se podría entender que el poder negociador de estos proveedores no es tan alto respecto al que tienen como clientes. Sin embargo, se debe considerar que ellos precisamente tienen resuelto en la actualidad, aunque no eficientemente, la problemática relacionada a la gestión de sus residuos, por lo que su necesidad respecto a encontrar alternativas para ello, no es en lo inmediato prioritario.

Se debe incluir en este análisis además que, dependiendo de la ubicación de la planta TMB, la cantidad potencial de municipios, así como la cantidad de empresas privadas que puedan llevar sus residuos a este tratamiento, puede ser variada. Considerando una localización accesible para varios municipios y varias empresas, el poder negociador de cada uno de estos tiende a bajar, por cuanto existe una mayor demanda por gestión de RSU, que potencialmente puede aprovechar la planta. En caso contrario, una localización menos accesible supone una menor cantidad de RSU potencial, por lo que el poder negociador de estos proveedores aumenta.

En conclusión, incorporando los anteriores elementos en este análisis, se puede determinar que el poder negociador de los municipios y empresas privadas como proveedores es mediano a alto, aunque en menor grado respecto al poder que tienen ellos mismos como clientes.

9.2.3. Amenaza de productos sustitutos

Tradicionalmente, los materiales utilizados para la confección de productos, generalmente corresponden a materias primas de primera elaboración⁴³. Los envases de plástico, los artículos de papel y cartón, así como los productos de vidrio y metales, hasta hace algunas décadas atrás, se elaboraban con materiales que no reincorporaban otros provenientes de procesos de recuperación y reciclaje. La situación ha cambiado en el último tiempo, debido a que la tecnología ha permitido aprovechar el reciclaje de materiales para su reutilización en procesos productivos. Esto significa en primer término que, los RSU se convierten en productos sustitutos de los materiales que son utilizados como insumos básicos por las industrias manufactureras tradicionales de todos los mercados alrededor del mundo.

Sin embargo, debido a que los materiales tanto orgánicos como inorgánicos, obtenidos de los procesos de recuperación, en general poseen una calidad menor en cuanto atributos relacionados a temas de pureza, inocuidad y otros, se comercializan a un valor menor en comparación a sus sustitutos de primera mano. En algunos casos, dependiendo del tipo de producto a elaborar, el material reciclado tiene un amplio mercado para competir, como es el caso del papel y cartón, el cual, mediante procesos no muy complejos, es reutilizado para la elaboración de productos de papel tissue, papel para diarios, revistas y otros usos. En el caso del vidrio y del plástico, dependiendo del tipo de productos, también los materiales reciclados se han convertido en buenos competidores para los insumos de primera mano, aunque en otros como el rubro de los envases y embalajes, debido a las restricciones reglamentarias y normativas referentes a temas de inocuidad alimentaria, la incorporación de elementos reciclados no ha logrado insertarse con la misma efectividad.

Por lo anterior, el grado de amenaza que los materiales de primera elaboración representan para los reciclados, dependiendo del rubro en que se utilicen, puede llegar a ser alto por el simple hecho referido a que estos últimos no pueden competir por factores

⁴³ El término materias de primera elaboración, se refiere al primer ciclo de vida de recursos inorgánicos como papeles, cartones, vidrios, etc. Esta definición nace para diferenciar dichas materias respecto a las obtenidas producto de la reincorporación de este mismo tipo de recursos, provenientes de procesos de recuperación y reciclaje.

externos, según lo descrito en cuanto a los envases y embalajes, sin embargo, en otros como el papel y cartón, han logrado convertirse en una buena alternativa para el mercado, convirtiéndose en una amenaza para los materiales de primera elaboración.

Un aspecto importante de analizar, es que para que los materiales reciclados logren una buena participación de mercado, deben producirse en los volúmenes necesarias para que los compradores como Gerdau o SOREPA, por ejemplo, puedan contar con las cantidades que requieren en forma constante. Hasta el momento, debido a la baja oferta de material reciclado en algunos rubros, las empresas productoras han optado por mantener como insumos los materiales de primera elaboración, puesto que no han logrado obtener un flujo necesarios y constante de materiales reciclados, que aseguren la continuidad de sus procesos productivos.

9.2.4. Amenaza de nuevos competidores

Los competidores en el mercado del tratamiento de RSU corresponden a las organizaciones, con o sin fines de lucro, que tienen por objeto la minimización de este tipo de desechos.

En primer lugar, se encuentran las plantas de tratamiento de residuos inorgánicos, que tienen como objetivo recuperar y posteriormente comercializar dichas fracciones con las empresas compradoras de este tipo de recursos. Las estaciones de transferencia y rellenos sanitarios, usualmente montan una línea de reciclaje básica, antes de disponer la totalidad de los residuos que reciben, con el fin de recuperar algunos materiales con potencial valor comercial, pero éstas en general son de bajo porcentaje de recuperación. También están los puntos limpios implementados por municipios, los cuales pretenden que sean los mismos habitantes de sus respectivas comunas, quienes efectúen la separación de los RSU y luego se trasladen hasta ellos para depositarlos fraccionadamente, en recipientes adecuados para ello. En general, el modelo de negocio de este tipo de instalaciones de recuperación de inorgánicos, corresponde a la venta de los materiales reciclables recuperados, con el fin de complementar los ingresos percibidos por su actividad principal, que corresponde básicamente a la disposición de los RSU que recibe. Como ejemplo, el relleno sanitario Lomas Los Colorados, de la empresa KDM, cuenta con una línea de tratamiento de residuos inorgánicos que, según lo detallado por las organizaciones entrevistadas durante la investigación realizada, sus principales proveedores son los distintos puntos limpios presentes en la ciudad de Santiago, así como algunos municipios que efectúan recolección segregada de residuos inorgánicos, los cuales los trasladan directamente a dicha línea de tratamiento, entre los cuales cuentan actualmente, por ejemplo, la comuna de Ñuñoa.

Las plantas de incineración de residuos son otros posibles competidores, puesto que estas tienen por objeto la eliminación de los RSU, aprovechando el poder calorífico que estos poseen. Esta alternativa plantea un alto porcentaje de reducción de los residuos, llegando incluso al 95% de reducción, pero en contrapartida tiene un alto costos de operación y cuestionamientos ambientales, derivados de las de cenizas y gases que se emiten como resultado del proceso. Estas plantas funcionan habitualmente asociadas a procesos productivos de las cementeras, las cuales, en la actualidad, en Europa, por ejemplo, demandan insumos relacionados a ciertas fracciones de residuos, para el

funcionamiento de sus incineradores. Su modelo de negocio está basado en el reemplazo de combustibles fósiles convencionales por alternativos, lo que les permite efectuar ahorros de costos, puesto que reciben estos combustibles basados en residuos, en algunas ocasiones incluso en forma gratuita, para su destrucción.

También están los biodigestores, los cuales utilizan residuos orgánicos mezclado con agua, para la obtención, por un lado, de biogás o gas metano, el cual puede ser utilizado para generar electricidad, y por otro, de un líquido residual rico en elementos valorados en el mundo de la agricultura, que es utilizado como fertilizante para aumentar la productividad de las cosechas. Estas iniciativas son ampliamente evaluadas en centros urbanos, que logran efectuar un proceso de separación en origen y que se encuentren rodeados de vastas zonas rurales productivas, puesto que es necesario que los residuos utilizados como insumo para el proceso, por un lado, sólo contengan elementos orgánicos y por otro, se requiere mezclarlos con excrementos de animales y/o humanos además de agua, con el fin de lograr la fermentación anaeróbica necesaria para la degradación de los residuos y posterior obtención de los productos mencionados inicialmente. En Chile, este tipo de experiencias es menos común, limitándose a proyectos implementados fuera de la Región Metropolitana, por su potencial aprovechamiento en faenas ganaderas.

Finalmente, y según la tendencia de las últimas décadas en el país, la principal amenaza en cuanto a competidores, se encuentra en la apertura de nuevas instalaciones de rellenos sanitarios, tanto en la ampliación de los ya existentes, así como también en la construcción de nuevos en otras localizaciones. En la siguiente tabla, se puede observar un resumen de la oferta de instalaciones de disposición final, por región, al año 2012. En Anexo 1, se encuentra la oferta de instalaciones en su versión detallada.

Tabla 44. Instalaciones de Disposición Final de RSU por región, año 2012⁴⁴

| Región | Número de Instalaciones Disposición Final | Cantidad de RSU (ton/año) | Cantidad de RSU (%) |
|--|---|---------------------------|---------------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 4 | 84.680 | 1,29% |
| I - Región de Tarapacá | 6 | 118.260 | 1,80% |
| II - Región de Antofagasta | 11 | 214.985 | 3,27% |
| III - Región de Atacama | 7 | 115.340 | 1,76% |
| IV - Región de Coquimbo | 13 | 279.590 | 4,26% |
| V - Región de Valparaíso | 11 | 683.280 | 10,40% |
| RM - Región Metropolitana | 4 | 2.649.535 | 40,33% |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 2 | 346.020 | 5,27% |
| VII - Región del Maule | 11 | 381.790 | 5,81% |
| VIII - Región del Biobío | 8 | 778.910 | 11,86% |
| IX - Región de la Araucanía | 24 | 359.525 | 5,47% |
| XVI - Región de los Ríos | 5 | 144.175 | 2,19% |
| X - Región de los Lagos | 20 | 311.345 | 4,74% |
| XI - Región de Aysén | 26 | 39.055 | 0,59% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 7 | 63.145 | 0,96% |
| Total País | 159 | 6.569.635 | 100,00% |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de información de "Incidencia de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Domiciliarios y su situación actual a nivel nacional: Problemáticas y consecuencias"⁴⁵

Sin embargo, se debe mencionar que debido a la promulgación de la nueva Ley 20.920 referida a Reciclaje y Responsabilidad Extendida de los Productores, los rellenos sanitarios, como competidores, disminuirán su poder de negociación, dados los incentivos que la Ley pretende entregar a las soluciones alternativas para la gestión de este tipo de desechos.

9.2.5. Rivalidad entre competidores

Tal como fue descrito en el apartado anterior, las alternativas para el tratamiento de RSU son altamente especializadas, salvo la correspondiente a la disposición final directa en rellenos sanitarios, la cual, pese a que debe existir una alta inversión inicial debido a las tareas necesarias para preparar el terreno a utilizar, no considera complejas actividades en cuanto a su operación.

Precisamente, frente a alternativas que permitan mejorar la gestión actual de los RSU, los rellenos sanitarios son los primeros afectados en cuanto a sus proyecciones relativas a las operaciones planificadas, en temas relacionados por ejemplo, a la cantidad de RSU que recibirán, las frecuencias con que lo harán y, por supuesto, los ingresos que recibirán de parte de sus clientes, en especial, de los municipios y empresas privadas que comiencen a utilizar otras alternativas que el mercado provea, para la problemática de sus residuos. La estructura actual de los contratos asociados a la utilización de los rellenos sanitarios por parte de los municipios, en general está asociada al cobro de una tarifa fija, reajutable por períodos, indexada a la cantidad de residuos que son destinados

⁴⁴ La cantidad de RSU contenida en esta tabla, no incluye a las cantidades de dichos desechos que por diversos motivos no son dispuestos en dichas instalaciones. Un ejemplo habitual corresponde a los sectores rurales de difícil acceso, en los cuales no se cuenta con un servicio de recolección y transporte de residuos, por lo cual, son los mismos habitantes quienes efectúan el tratamiento y disposición de sus residuos, en terrenos que destinan para ello.

⁴⁵ Memoria de Título: "Incidencia de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Domiciliarios y su situación actual a nivel nacional: Problemáticas y consecuencias", Paulina Paz Romero Álvarez, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Geografía, Universidad de Chile, año 2015.

a dichas instalaciones, por lo que es de esperar que, frente a la disminución en la demanda de rellenos sanitarios, ocasionada por la entrada en el mercado de otros actores que ofrecen servicios sustitutos, dichos rellenos tomen acciones para reactivar dicha demanda por sus servicios, considerando en primer lugar la más rápida y fácil de implementar, es decir, la baja en sus tarifas. Lo anterior es un escenario muy posible, puesto que se podría calificar a los rellenos sanitarios en la actualidad como una solución monopólica, por lo cual es altamente probable que la fijación de sus tarifas esté por encima del precio de equilibrio del mercado, lo cual les entrega a dichas instalaciones, la oportunidad de comenzar una competencia en precios para contrarrestar posibles pérdidas de clientes y/o volúmenes.

Sin embargo, otro enfoque en la relación entre alternativas de tratamiento de residuos sólidos y las de disposición final de éstos, es que, de cierta forma pueden considerarse como procesos verticales, por lo que pueden encontrarse sinergias entre ambas, toda vez que la cantidad y composición de los residuos que salgan de la alternativas de tratamiento, como plantas de minimización, con destino al relleno sanitario, permitirá a este último, recibir residuos más compactos, con menor cantidad de material orgánico generador de metano y/o generación de menor cantidad de lixiviados, reduciendo de esta forma tanto vectores sanitarios (como presencia de ratones, perros, entre otros) así como riesgos ambientales (incendios, por ejemplo). Lo anterior, permitiría disminuir los costos asociados al control de este tipo de sucesos en los rellenos sanitarios, por lo cual, posibles alianzas estratégicas podrían beneficiar a ambas alternativas de gestión de residuos sólidos.

9.3. Anexo 3 – Descripción de tecnologías para valorización de RSU

9.3.1. Plantas de Compostaje

El compostaje es un proceso biológico, anaerobio y termófilo que degrada la materia orgánica a través de actividad microbiana. Los microorganismos producen reacciones que permiten la elevación de la temperatura, reducción del volumen de la materia orgánica y por ende su peso.

Sus beneficios principales corresponden a la reducción de los olores presentes en la materia orgánica, destrucción y/o reducción de microorganismos presentes en ella, reducción de volumen, peso y la obtención de materia estabilizada y homogeneizada, lo cual permite utilizarla para efectos agrícolas, así como también para ornamentación.

Las diferentes tecnologías utilizadas para obtener compost se diferencian en cuanto a sus métodos para introducir aire en la materia orgánica, los correspondientes al volteo de dicho material, como se controla la temperatura y el tiempo de duración del proceso mediante el cual se puede obtener el compost, dependiendo de la tecnología utilizada. Por otro lado, básicamente, los sistemas de compostaje pueden dividirse en dos tipos: abiertos y cerrados.

Los sistemas abiertos, corresponden a los más utilizados en lugares donde existe disponibilidad de terreno que facilitan la ejecución de este proceso. Las tecnologías utilizadas son relativamente sencillas, las cuales corresponden a la conformación de pilas

volteadas, pilas estáticas y sistemas que combinan ambas alternativas. En el primer caso, las pilas son volteadas manual o mecánicamente, lo cual requiere contar con espacio para la operación. En el segundo caso, no se requiere voltear las pilas de materia orgánica, puesto que se introduce aire forzado a ellas a través de un sistema de cañerías. La última opción es una combinación de ambas opciones, lo cual permite reducir los tiempos de obtención del compost.

Los sistemas cerrados, también conocidos como reactores, operan una vez introducidos los residuos orgánicos en su interior, controlando la temperatura, humedad, aireación y otras variables, que permiten acelerar el proceso de fermentación de ésta. Estos sistemas pueden ser verticales u horizontales y sus tamaños pueden variar desde una pequeña compostera domiciliaria hasta plantas configuradas en túneles acondicionados con sistemas automáticos, para tratar una gran cantidad de residuos. En el caso del compostaje vertical, se pueden encontrar silos verticales con capacidades de hasta 3.000 metros cúbicos, a los cuales, el material orgánico fresco se introduce por arriba y a medida que se va obteniendo compost, este se va retirando por abajo del silo. En el caso de los horizontales, para tratamiento de grandes volúmenes, se han implementado túneles estáticos, que cuentan con sistemas de aireación forzada y carga/descarga manual y/o automática, recolección de lixiviados para su reutilización, sistema de tratamiento de olores, entre otros.

El producto resultante de una planta de compostaje, considerando las actuales normativas y regulaciones ambientales y aplicable al producto obtenido a partir de los RSU como insumo para este tipo de plantas, es considerado material bioestabilizado y no compost propiamente tal. Para que dicho producto fuera considerado compost, los residuos utilizados como insumos, tendrían que corresponder completamente a residuos orgánicos segmentados, como podas y residuos de áreas verdes, las cuales no contengan una mezcla de materiales inorgánicos en ella.

9.3.2. Plantas de Clasificación de Materiales Reciclables

Al contrario de la alternativa relacionada exclusivamente al compostaje, una planta de clasificación tiene por objetivo recuperar materiales inorgánicos que, por sus características, pueden servir como insumos para industrias que los reciclan, como lo son aquellas que elaboran vidrios, metales, papeles y plásticos.

Para obtener los principales insumos, los cuales corresponden precisamente a materiales que son considerados desechos por quienes los destinan a la planta de clasificación de materiales reciclables, se deben definir, en primera instancia, cuál será el tipo de materiales inorgánicos que se recuperarán, así como también, los métodos mediante los cuales se efectuará la recepción de éstos y el tratamiento que se les dará para recuperarlos.

Respecto al tipo de materiales, en Chile, la recuperación de papeles y cartones, metales ferrosos y no ferrosos, botellas y otros tipos de vidrios y distintos tipos de plásticos como el PET, PEAD y otros, son los más usuales puesto que, desde hace varios años atrás, existe un mercado establecido en torno a dichos materiales. Por otro lado, los sistemas de recolección y transporte asociados a una planta de clasificación varían desde

alternativas como uno o una red de puntos limpios, recepción directa en la planta o incluidos, sistemas establecidos para su recolección en puntos de origen. En la experiencia relativa a los residuos sólido domiciliarios, en Chile se han implementado estas tres modalidades.

En el caso de los puntos limpios, la municipalidad de Vitacura puso a disposición de los habitantes de su comuna, una instalación en la cual, los propios habitantes pueden acercarse a entregar los materiales reciclables directamente a dicha instalación. Posteriormente, se efectúa un chequeo para validar la correcta clasificación de lo dispuesto por los habitantes, para luego trasladarlos a diversas instituciones de carácter benéfico, las cuales los comercializan para obtener financiamiento a sus actividades.

Por otro lado, pero tomando como ejemplo la misma comuna, el municipio de Vitacura estableció rutas de recolección segregadas de residuos, mediante las cuales, una vez por semana, los habitantes de la comuna pueden retirar sus residuos de carácter reciclable, para que un camión los recolecte y traslade directamente a la planta de reciclaje de la empresa KDM, ubicada en los terrenos correspondientes al relleno sanitario Lomas Los Colorados, en la comuna de Til Til. La comuna de Ñuñoa, efectúa esta misma actividad, destinando los materiales a la misma planta de reciclaje, aunque se debe mencionar que inicialmente esta comuna contaba con una planta propia de reciclaje, la cual estuvo operativa entre los años 2002 y 2012.

En relación a los tratamientos que pueden efectuarse dentro de una planta de clasificación, estos pueden ser completamente manuales, mecanizados, automatizados y también mixtos.

Una vez que los residuos se encuentran dentro de las instalaciones de la planta, en el caso de los tratamientos manuales, a través de operarios especializados para la tarea, éstos directamente comienzan la selección y clasificación de los diversos materiales reciclables, los cuales en general se recolectan en contenedores de gran volumen, para su posterior traslado al cliente final. Esta alternativa, en general resulta más cómoda cuando los materiales llegan previamente clasificados, provenientes de puntos limpios, por ejemplo.

En el caso de las alternativas mecanizadas, la mezcla de materiales que llegan a la planta, son dirigidos desde el área de almacenamiento a una cinta transportadora, en la cual, operarios especializados los clasifican y segregan por tipo de material, para posteriormente acumularlos en contenedores de gran volumen o efectuar procesos de lavado, prensado y/u otros, antes de enviarlos a los compradores. Esta alternativa es conveniente para sistemas en que la recolección de los residuos inorgánicos se efectúa segregadamente en su punto de origen, respecto a la fracción orgánica, pero que no cuenta con una clasificación más detallada, puesto que todos los residuos inorgánicos se encuentran en un mismo contenedor. Lo anterior, es el caso de la recolección segregada que efectúan las comunas de Vitacura y Ñuñoa, por ejemplo.

Por otro lado, existen plantas que cuentan con equipamientos tecnológicos los cuales, mecánicamente, pero en forma automática, pueden efectuar la separación de los residuos que reciben para clasificación. Mediante equipos como cintas transportadoras,

cargadores frontales, trómeles, separadores balísticos, trituradoras, enfardadoras y otras maquinarias, los residuos son introducidos a un proceso lineal que los segrega según el tipo de material, con interacciones mínimas por parte de operarios, los cuales principalmente están destinados a las tareas de programación y supervisión de los equipos y maquinarias utilizadas en la planta. Esta alternativa, es mayormente recomendada cuando los materiales reciclables se encuentran mezclados con otro tipo de residuos, como los orgánicos. Los procesos automatizados son recomendados cuando se cuenta con grandes cantidades de residuos que no pueden clasificarse fácilmente mediante procesos simplemente manuales o mecanizados. Esta alternativa es recomendada para separar materiales reciclables, los cuales se encuentran mezclados, por ejemplo, con los residuos comunes provenientes de domicilios, los cuales antes de trasladarse a un relleno sanitario, pueden ser trasladados a una planta automatizada de recuperación de materiales reciclables, para luego, la fracción no recuperada, enviarla a dicho relleno, puesto que no posee valor como resultado de los procesos ejecutados en esta alternativa.

9.3.3. Planta de Tratamiento Mecánico Biológico

Como fue descrito al inicio de este documento, una Planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB) es un tratamiento previo a la disposición final en rellenos sanitarios, el cual se efectúa a los RSU y que incluye en una misma instalación, el tratamiento biológico de la fracción orgánica de los residuos y el tratamiento mecanizado destinadas a separar y clasificar la fracción inorgánica de estos. Los principales beneficios, descritos anteriormente, corresponden a la menor cantidad de RSU dispuestos en las instalaciones de disposición final, contribuyendo a la disminución de impactos ambientales, menores emisiones de gases de efecto invernadero, prolongación de la vida útil de rellenos sanitarios y generación de ingresos por la venta de los diferentes materiales reciclados, por ejemplo.

Esta tecnología, en cierto modo, es una mezcla de las alternativas anteriormente descritas, puesto que utiliza la tecnología de plantas de compostaje para la obtención de material bioestabilizado y la de las plantas de reciclaje, para obtener materiales recuperados posibles de reciclar.

La principal ventaja respecto a las dos alternativas anteriores, es que este tratamiento puede aplicarse sobre RSU sin segregación previa, es decir, directamente sobre los residuos que transportan los camiones que prestan los servicios de recolección y traslados de los residuos sólidos proveniente de los domicilios. Puesto que en dichos camiones se trasladan RSU que contemplan fracciones orgánicas e inorgánicas, previo al tratamiento biológico mencionado, los RSU pueden ser sometidos a un proceso mecánico que contempla actividades como desgarramiento de las bolsas plásticas u otras que los contengan, homogeneización y trituración de estos, así como procesos de tamizados para efectuar la separación de los residuos en diversos tamaños. Lo anterior, permite clasificar para su posterior aprovechamiento, los diversos tipos de residuos, con lo cual es posible obtener materiales con potencial comercial, que permitan generar ingresos para solventar la operación de la planta.

Por otro lado, una planta TMB, dependiendo del tipo de tecnología que incluya, puede lograr distintos grados de eficiencia, respecto al tratamiento de los residuos efectuado.

Si la cantidad de residuos a tratar es pequeña, se recomiendan, tanto para los procesos mecánicos como para los biológicos, tecnologías básicas con menor uso de equipamiento especializado y más intensiva en uso de recursos humanos. Para cantidades pequeñas de residuos, es factible efectuar manualmente la mayor cantidad de procesos mecánicos, como la identificación y clasificación de los materiales inorgánicos reciclables más fáciles de identificar y un posterior tamizado sobre la fracción restante, para la obtención de la materia orgánica factible de recuperar, con el fin de armar pilas volteadas o estáticas para la obtención del material bioestabilizado, según se cuente con el espacio necesario para ello. El material no recuperado en ambos procesos, puede destinarse directamente a relleno sanitario.

Por el contrario, si la cantidad de residuos es muy grande, la recomendación tanto para los procesos mecanizados como para los biológicos, contempla el uso de tecnologías más complejas, incluyendo equipamientos como los mencionados anteriormente para ambos procesos, es decir, en el caso de la fracción inorgánica trómeles, separadores balísticos, trituradoras, incluyendo también operarios para separación de materiales reciclables en una mesa transportadora y, por otro lado, construcción de túneles acondicionados con sistemas automáticos de carga y descarga de la materia orgánica a bioestabilizar, incluyendo sistemas de inyección de aire, inyección de agua, reutilización de lixiviados del procesos, tratamiento de olores y otros. Adicionalmente, respecto a los residuos resultantes de ambos procesos, se pueden incluir otro tipo de tecnologías, con el fin de obtener productos valorizables de dichos residuos, antes de enviarlos a rellenos sanitarios.

9.3.4. Biometanización

La biometanización consiste en la transformación, mediante digestión anaerobia de los residuos orgánicos, en biogás, que es un combustible compuesto por metano y por dióxido de carbono. La tecnología que se utiliza normalmente para la obtención del biogás, corresponde a digestores cerrados, como los descritos en las alternativas anteriores, pero adicionando un gasómetro que permite la recolección y almacenaje del biogás generado para su posterior utilización, así como también se deben incluir depósitos para los líquidos resultantes del proceso.

Una planta de biometanización, contempla tres etapas para la obtención del producto biogás. En primer término, se deben tratar los materiales que ingresarán al biodigestor, para extraer cualquier material que no sea biodegradable. Para dichas labores, usualmente los procesos mecánicos de una planta TMB suelen ser lo más adecuados para efectuar esta primera etapa. En segundo lugar, la materia biodegradable, es decir, la fracción orgánica de los residuos, se debe homogeneizar, acondicionándose de esta forma para producir la hidrólisis necesaria, antes de ingresarla al biodigestor para la obtención del biogás. Una vez terminado el proceso de obtención de biogás, la materia orgánica restante de dicho proceso, debe ser bioestabilizada a través de un proceso de fermentación aerobia, mediante su exposición al aire.

Las principales tecnologías utilizadas para la construcción de sistemas de biometanización, pueden dividirse en sistemas de una etapa (en el que todos los procesos se efectúan en un mismo reactor), sistemas de dos etapas (en que los procesos para la obtención de biogás se efectúan en dos reactores) y sistemas discontinuos o también llamados sistemas por lotes (en los cuales, los líquidos lixiviados se recirculan hacia la parte superior del mismo reactor en el que se está efectuando la biodigestión o hacia otro reactor que contiene material biodegradable en una etapa más avanzada en contraste al cual se está extrayendo el lixiviado).

Los productos obtenidos de las plantas de biometanización son principalmente dos: el biogás y los lodos de digestión. En el caso del biogás, es posible utilizarlo para la producción de calor, para la generación de electricidad, la combinación de ambos y, también para la elaboración de combustibles para vehículos de combustión interna, el cual posee una calidad parecida a la del gas natural. En el caso de los lodos de digestión, estos provienen del fondo de los biodigestores y dadas sus características (contiene materia orgánica estabilizada, abundante cantidad de agua, nutrientes y sales con pH cercano al neutro) pueden utilizarse para acondicionar, recuperar y/o biorremediar suelos deteriorados o degradados, así como también pueden ser utilizados como cubierta vegetal de rellenos sanitarios. Si se considera como insumo de entrada al proceso, los residuos sólidos urbanos, dichos lodos de digestión, no pueden ser utilizados como biofertilizantes o mejoradores de suelos para el uso agrícola, puesto que al igual que el en el caso de los túneles contemplados en una TMB, dicho material es considerado bioestabilizado, no cumpliendo los parámetros necesarios para dicho uso

9.3.5. Combustibles Sólidos Recuperados

El Combustible Sólido Recuperado (CSR) es un producto obtenido a partir de los rechazos provenientes de los residuos sólidos urbanos. Este tipo de combustible está destinado principalmente a plantas de incineración o co-incineración, como hornos de plantas elaboradoras de cemento, cal, ladrillos, azulejos y asfaltos, por ejemplo. Actualmente, existen dos métodos para la obtención de CSR, los cuales son descritos a continuación.

El primero corresponde el acondicionamiento de la fracción inorgánica rechazada de los procesos de una TMB. Es ideal que los residuos inorgánicos destinados a convertirse en CSR, contengan un alto porcentaje de fracciones como papel, plásticos y textiles, por su alto poder calorífico. Adicionalmente, estos residuos se homogeneizarán a través de procesos de trituración, para obtener tamaños uniformes de partículas, eliminación de elementos que no deben estar presentes en él, como metales férricos y no férricos, y reducción de la humedad presentes en ellos. En general, la producción se efectúa acorde a los requerimientos de las plantas que los demandan como combustible.

El segundo, corresponde a un proceso de biosecado, en el cual los residuos sólidos urbanos, luego de pasar por un proceso de acondicionamiento (trituración para homogenizarlos) se someten a un proceso de estabilización y biosecado (en túneles, por ejemplo). De esta forma, se reduce su humedad y disminuye su masa. Posteriormente, son derivados a un proceso de extracción de metales ferrosos y no ferrosos, con posterior

trituration, en caso de ser necesario, según el requerimiento del consumidor que lo utilizará. Por otro lado, si es posible, se efectúa un proceso de prensado, para facilitar el transporte y su manipulación. Los procesos desde la extracción de metales en adelante, en general son efectuados en una planta TMB, dada la configuración de éstas, la cual permite introducirlos a dichos procesos de manera natural.

En general, el CSR se utiliza en procesos de co-combustión, en los cuales se mezcla en distintas proporciones con el carbón. Sus principales demandantes corresponden a actividades industriales que requieren cantidades elevadas de combustibles fósiles para sus procesos productivos. Una mezcla normal utilizada en distintas industrias, corresponde, por ejemplo, a un 80% de coque de petróleo y un 20% de CSR. Los principales beneficios que se pueden obtener de la elaboración y uso de los CSR corresponden a la disminución de residuos destinados a rellenos sanitarios, ahorros en combustibles para las industrias que los utilizan, reducción de emisiones de CO₂, reducción de la producción de metano en los rellenos sanitarios, reducción del consumo de combustibles fósiles y, por tanto, aumento de uso de energías renovables.

9.3.6. Incineración

La tecnología de incineración, tiene como objeto reducir los RSU, considerando la recuperación o no, de la energía generada en el proceso. Este proceso contempla la oxidación de los materiales combustibles presentes en los residuos, en presencia de altas temperaturas. Dicho proceso, por tanto, genera una gran cantidad de energía, destruyendo también la gran parte de los residuos sólidos con los cuales se alimenta, transformándolos en gases y vapor de agua.

Los residuos resultantes de este proceso de incineración corresponden a cenizas y escorias que quedan en el fondo del incinerador, cenizas volantes y residuos de la depuración húmeda. En el caso de las cenizas y escorias, si la incineración se efectuó a los residuos en bruto (es decir, sin tratamientos previos), se presentarán cenizas con altos contenidos de metales, vidrios y otros residuos orgánicos no quemados, los cuales pueden ser utilizados como material de relleno en obras civiles, fabricación de ladrillos de cenizas o directamente dispuestas en rellenos sanitarios. Para el caso de las cenizas volantes, estas quedan atrapadas en los equipos destinados para tal propósito, por lo cual, una vez recolectadas, son transportadas en contenedores cerrados para efectuar su correcta evacuación. Estas cenizas, debido a su alta solubilidad en agua, son consideradas un residuo industrial tóxico, por lo que debe ser dispuesta en rellenos sanitarios adecuados para dichos propósitos. En el caso de los lodos de la depuración húmeda, estos residuos deben deshidratarse para que disminuyan su volumen y posteriormente trasladarse a relleno sanitario.

En el caso de la incineración sin recuperación energética, la instalación utilizada corresponde esencialmente a hornos, los cuales pueden dividirse en hornos de parrillas, hornos de lecho fluidizado y hornos rotativos.

El caso de la incineración con recuperación energética, es un proceso que efectúa una combustión que genera vapor en hornos calderas, dirigiéndolo hacia una turbina convencional que forma parte de un generador de electricidad. Los residuos obtenidos

tras la combustión, se reducen significativamente, resultando cenizas volantes, escorias y gases derivados del proceso, todos los cuales, salvo por lo gases, son reutilizados al igual que en el caso de los incineradores sin recuperación energética, como material de relleno en obras civiles y/o derivados a rellenos sanitarios.

Las principales ventajas de la incineración corresponden a que, en el caso de la alternativa con recuperación energética, esta es considerada como renovable, el espacio necesario para su instalación es de menor tamaño y no es necesario efectuar un pretratamiento de los residuos antes de incinerarlos. Las desventajas corresponden a que, si no se efectúa un tratamiento previo a los residuos utilizados para la incineración, luego se debe transportar una gran cantidad de cenizas volantes y lodos, a rellenos sanitarios especializados en residuos peligrosos, con los consecuentes altos costos que ello implica.

9.3.7. Cogeneración de electricidad

Esta tecnología consiste en la producción y aprovechamiento de dos o más energías diferentes, como lo son la energía eléctrica y la energía térmica, por ejemplo. Usualmente, para el mejor aprovechamiento de este tipo de instalaciones, éstas se encuentran cercanas al destino de la energía generada, puesto que esto aumenta la posibilidad y viabilidad económica, de utilizar residuos a modo de materia prima, para los procesos de la planta. Lo anterior, también permite capturar beneficios ambientales, puesto que, al utilizar residuos sólidos urbanos para dichos procesos, se disminuyen los dispuestos en rellenos sanitarios.

Las ventajas de los procesos de cogeneración de electricidad, además de la reducción de residuos sólidos urbanos, corresponden a que la energía obtenida puede inyectarse a la red general de electricidad y autoconsumirse en las demandas energéticas de la propia planta, así como también la energía térmica resultante, puede utilizarse en la reducción de humedad de los residuos finales de los procesos de combustión.

9.4. Anexo 4 – Marco Conceptual

Para desarrollar los objetivos establecidos y resolver las interrogantes planteadas en los factores críticos para el éxito de este plan de negocios, se utilizarán diversas herramientas revisadas durante el transcurso de este Magister. Dichas herramientas, las cuales servirán como soporte conceptual para desarrollar este proyecto de tesis son las siguientes:

- Modelo de Negocios Canvas: Metodología creada por Alexander Osterwalder, que permite establecer mediante una visión global, cómo la empresa creará valor entorno a su actividad. Este modelo contempla estudiar 9 aspectos claves que se relacionan entre ellos, los cuales permiten explicar de qué forma operará la empresa para generar sus ingresos. Dichos aspectos son: Segmentos de Clientes, Propuesta de Valor, Canales de Distribución, Relación con el Cliente, Fuentes de Ingresos, Recursos Claves, Actividades Claves, Socios Claves, Estructura de Costos.

- Administración Estratégica: Modelo desarrollado por los autores Michael Hitt, R.Duane Ireland y Robert Hoskisson, los cuales proponen desarrollar diversos análisis que permiten caracterizar el entorno externo de una organización, incluyendo temáticas como descripciones demográficas, económicas, políticas, etc., y el entorno interno, incluyendo análisis sobre los recursos y capacidades de ésta, así como guías para la construcción de ventajas competitivas y la cadena de valor de una empresa. Además, dichos autores exponen acerca de los tipos de estrategias de negocios, lo cual será útil durante todo el período de elaboración de esta tesis.
- Marketing Estratégico: texto de Roger Best, quien expone acerca de herramientas adecuadas para la determinación del mercado potencial, identificación de clientes, cuotas de mercado, ciclos de vida de los productos, análisis de la competencia y fuentes de ventajas competitivas, así como otras temáticas relevantes para el plan de negocios a desarrollar.
- Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros: de los autores Richard Chase y Robert Jacobs, quienes entre variadas temáticas desarrollan en una de las secciones de su texto, la Planificación de la Oferta y la Demanda, incluyendo temas relacionada a la administración y el pronóstico de la demanda, así como la planificación de las operaciones.
- Metodología de Formulación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Valorización de Residuos Municipales: de la División de Evaluación Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile. En dicho documento se plantea una completa descripción de las alternativas de valorización de los RSU, así como diversos aspectos necesarios para efectuar las evaluaciones privadas y sociales de proyectos relacionados a dichas temáticas, incluyendo la identificación de beneficios, costos, análisis de rentabilidad, entre otros.
- Análisis FODA: herramienta didáctica muy útil, la cual permite identificar fortalezas y debilidades desde el punto de vista interno a las organizaciones, así como las oportunidad y amenazas provenientes del entorno externo a éstas. Lo anterior, en su conjunto aportará a la identificación de ventajas competitivas para la empresa.
- Michael Porter, en cuanto al modelo estratégico “5 Fuerzas de Porter”, para análisis del poder de compradores, proveedores, productos sustitutos, poder de los competidores existentes, así como también el de los nuevos entrantes. Relacionado además con Michael Porter, su libro Estrategia y Ventaja Competitiva, será de gran apoyo para el análisis de la cadena de valor y la creación de la propuesta de valor para la organización.

9.5. Anexo 5 – Metodología

Etapa 1:

Acción 1: Planificación de la Tesis

- Objetivos: entregar la elección del tema que se desarrollará a lo largo de esta tesis, junto a la planificación del trabajo a desarrollar, incluyendo los aspectos relacionados a la introducción, descripción del tema, objetivos, resultados esperados, marco conceptual, metodología y otros definidos en las actividades.
- Actividades:
 - Introducción
 - Descripción de la organización
 - Descripción del Mercado
 - Descripción del tema a abordar y las preguntas claves a responder
 - Alcance
 - Objetivos generales, específicos y factores críticos de éxito.
 - Marco Conceptual
 - Metodología
 - Plan de actividades y cronograma
 - Índice Tentativo del Informe Final
 - Bibliografía
- Entregables:
 - Informe Técnico de la Tesis

Etapa 2:

Acción 2: Análisis Externo - Descripción General del Contexto Nacional

- Objetivos: en esta etapa, se describirá el entorno de la empresa, considerando diversos aspectos ligados al contexto demográfico, sociocultural, económico, político, legal, tecnológico.
- Actividades:
 - Recopilación de información de fuentes secundarias como datos estadísticos asociados a población, cantidad de residuos generados a nivel municipal, infraestructura utilizada a nivel nacional, legislación relevante y otra
 - Descripción para cada uno de los contextos mencionados en este objetivo.
- Entregables:
 - Análisis Demográfico
 - Análisis Sociocultural
 - Análisis Económico
 - Análisis Político Legal
 - Análisis Tecnológico
 - Análisis Entorno Global

Acción 3: Análisis Externo - Análisis del entorno de la Industria

- Objetivos: para esta etapa se considera efectuar análisis sobre la industria relacionada a la gestión de los residuos sólidos, procurando establecer aspectos claves como la cantidad de RSU gestionada a lo largo del país, cantidad, características y ubicación de rellenos sanitarios, iniciativas ligadas a reciclaje, compostaje y otros tratamientos efectuados a los RSU.
- Actividades:
 - o Estimación de la demanda potencial por tratamiento de RSU
 - o Identificación de los potenciales clientes
 - o Análisis de los competidores
 - o Relaciones establecidas entre la oferta y demanda por gestión de los RSU
- Entregables:
 - o Descripción del mercado
 - o Empresas Competidoras
 - o Descripción de los Clientes
 - o Demanda Actual y Demanda Potencial

Etapa 3:

Acción 4: Análisis Interno - Descripción de la Organización - Cadena de Valor de los RSU y Propuesta de Valor de la Empresa

- Objetivos: en esta etapa se efectuará una descripción de los procesos generales relacionados al tratamiento mecánico biológico de RSU, así como la descripción de experiencias similares alrededor del mundo, incluyendo sus modelos de negocio. También se incluirá un análisis de la cadena de valor relacionada a esta alternativa de gestión de los residuos, así como la formulación de una propuesta de valor para la empresa.
- Actividades:
 - o Aplicación de la Metodología Canvas
 - o Elaboración de diagramas de flujos de la planta
 - o Descripción de los principales procesos de la planta
 - o Análisis de experiencias de tratamiento similares alrededor del mundo
 - o Elaboración de la cadena de valor de la gestión de los RSU
 - o Análisis de propuesta de valor para la planta
- Entregables:
 - o Descripción de la empresa, incluyendo los aspectos considerados en la herramienta del Modelo de Negocio Canvas
 - o Cadena de Valor de los RSU
 - o Propuesta de Valor para la empresa

Acción 5: Análisis Interno - Estrategia Global de Marketing – Marketing Operativo

- Objetivos: definición de las actividades necesarias para efectuar una investigación del mercado asociado a la industria de la gestión de RSU, con el fin de determinar aspectos necesarios para el éxito de la empresa, como los segmentos de mercado

relacionados a los residuos sólidos existentes en el país. Luego, la determinación de los segmentos objetivos en los cuales enfocarse y las formas de comunicarse efectivamente con ellos para generar negocios. En cuanto al Marketing Operativo, se analizarán los aspectos relacionados al producto, precio, plaza y promoción, relativos a la empresa.

- Actividades:
 - Análisis del set de herramientas de investigación de mercado, para la determinación de las más adecuadas para aplicación.
 - Análisis y descripción de los segmentos estudiados
 - Selección de los segmentos en los cuales se enfocará el negocio
 - Análisis respecto a las actividades de posicionamiento
 - Análisis de los productos, sus precios, plaza y la promoción asociada a la empresa.

- Entregables:
 - Marketing Estratégico
 - Análisis de los Segmentos
 - Análisis de los Segmentos Objetivos
 - Análisis de Posicionamiento
 - Marketing Operativo
 - Análisis de Productos
 - Análisis de Precios
 - Análisis de Plazas
 - Análisis de Promoción

Etapas 4:

Acción 6: Análisis Interno - Estrategia de Operación

- Objetivos: se efectuará la descripción del modelo de gestión de RSU que utilizará la empresa, junto con la formulación y análisis de los principales procesos de producción, en conjunto con la descripción de los recursos necesarios para su funcionamiento.

- Actividades:
 - Investigación referida a los diferentes tratamientos disponibles a nivel mundial, respecto a la gestión de los RSU. Selección de los modelos a utilizar en la operación de la planta. Análisis de la infraestructura necesaria para la operación.

- Entregables:
 - Modelo de Gestión de la Planta de Tratamiento Mecánico Biológico
 - Principales Procesos y Diagramas de Flujos
 - Infraestructura definida para la operación

Acción 7: Análisis Interno - Estrategia Financiera

- **Objetivos:** en esta etapa se efectuará un análisis referido a la generación de ingresos estimados, considerando la cantidad de residuos sólidos planificada para tratamiento, así como los costos asociados a la operación de la planta. También se incluirá una cuantificación monetaria respecto a las inversiones necesarias para la implementación de la planta de tratamiento.
- **Actividades:**
 - o Estimación de cantidades de RSU generadas en los segmentos objetivos
 - o Determinación de los costos asociados a las diferentes alternativas de funcionamiento de la planta de tratamiento. Incluye la investigación respecto al valor de la infraestructura promedio para la implementación de la planta de tratamiento.
- **Entregables:**
 - o Informe con proyección de RSU que serán tratados en la planta, los cuales generarán los ingresos para el negocio.
 - o Informe con proyección de costos asociados a la operación de la planta de tratamiento.
 - o Informe con inversiones contempladas para implementación de la planta.

Acción 8: Análisis Interno - Análisis de Factibilidad

- **Objetivos:** Efectuar una evaluación económica que permita a través de la proyección de los ingresos, costos y estimando la inversión necesaria, obtener para diferentes escenarios, indicadores de rentabilidad que permitan evaluar la conveniencia de invertir en este negocio.
- **Actividades:**
 - o Obtención de indicadores económicos como VAN y TIR, sobre la base de la elaboración de diversos escenarios que permitan proyectar los flujos futuros.
- **Entregables:**
 - o Informe de Evaluación de Proyecto

Etapas 5:

Acción 9: Análisis FODA

- **Objetivos:** Analizar el entorno interno de la empresa a través de la identificación de sus principales fortalezas y debilidades proyectadas, así como analizar el entorno externo mediante la identificación de las oportunidades y amenazas potenciales.
- **Actividades:**
 - o Identificación de fortalezas
 - o Identificación de debilidades
 - o Identificación de oportunidades
 - o Identificación de amenazas

- Efectuar análisis FODA, para la determinación de estrategias de aprovechamiento de las fortalezas y oportunidades, así como las estrategias para defenderse de las potenciales amenazas y debilidades.
- Entregables:
 - Reporte con listado de fortalezas, debilidades, oportunidad y amenazas.
 - Reporte con resultados de análisis FODA, contemplando incluir las acciones determinadas para cada estrategia analizada.

Acción 10: Plan Estratégico

- Objetivos: formular una estrategia que permita que el plan de negocios elaborado sea sostenible en el tiempo.
- Actividades:
 - Elaborar estructura organizacional
 - Definir funciones y roles en la organización
 - Elaborar visión, misión, objetivos estratégicos e indicadores estratégicos para la empresa.
- Entregables:
 - Estructura Organizacional, incluyendo propuesta de Gobierno Corporativo
 - Informe con funciones y roles definidos
 - Visión y Misión de la empresa
 - Objetivos Estratégicos y sus Planes de Acción.
 - Listados con Indicadores Estratégicos.

Etapas 6:

Acción 11: Conclusiones

- Objetivos: contempla recabar las principales reflexiones acerca del plan de negocio para una planta de tratamiento mecánico biológico, con el objeto de conformar el Informe Final de la Tesis.
- Actividades:
 - Analizar los principales resultados y agruparlos
 - Obtener las conclusiones del trabajo realizado.
- Entregables:
 - Informe Final de Tesis

9.6. Anexo 6 – Entrevistas Semiestructuradas

Nombre: Gabriel Guerra
Empresa: Cementos BSA

¿Qué se usa como combustible para el proceso productivo de obtención del cemento?

En el caso de BSA, se utiliza Gas Natural.

¿Cuánto invirtieron en la planta para funcionamiento a gas natural? ¿Existe alguna reglamentación o normativa que restrinja el uso de residuos como combustibles?

La inversión en esta tecnología fue de aproximadamente 70 millones de dólares. Se realizó una inversión fuerte en instalaciones que utilizan este tipo de combustibles, puesto que la planta se ubica en la Región Metropolitana, la cual tiene restricciones respecto a incineración de combustibles y emisiones de material particulado a la atmosfera.

¿El costo de dicho combustible, es significativo respecto al costo total de la fabricación de cemento?

El gas es un costo importante dentro del proceso.

¿Es posible incorporar tecnología para utilizar combustibles sólidos recuperados? ¿Es posible el reemplazo de dicho combustible por otros? ¿Por cuáles?

No es posible ni técnica ni ambientalmente, efectuar incineración de otro tipo de combustibles que no sea gas natural, por lo que no es posible reemplazarlo en la planta actual.

¿Conoce alguna iniciativa entorno a plantas de cemento, que utilicen combustibles alternativos para sus procesos?

En La Calera, una planta de otra cementera, ha efectuado incineración de residuos, pero estos corresponden a neumáticos y, biocombustibles asociados a aceites residuales del tipo automotriz, por ejemplo.

¿Conocen de que se tratan los Combustibles Sólidos Recuperados?

Son residuos que se utilizan para los hornos en el proceso cementero. Hasta el momento ha oído hablar de neumáticos y aceites residuales, pero no de residuos sólidos del tipo domiciliario como combustibles.

Nombre: Franco Monasterio
Empresa: Gerdau AZA

¿Qué tipo de materiales reciclan?

Chatarra Ferrosa

¿Quiénes son sus principales proveedores?

Existen proveedores pequeños, que traen cantidades menores hasta la propia planta, pero también del tipo industrial, que trasladan grandes cantidades de metal ferroso.

Entre los grandes proveedores se encuentran empresas constructoras o elaboradoras de materiales de la construcción, mineras y sus contratistas (bolas de molienda) con las cuales firmamos contratos y les dejamos contenedores de gran tamaño, 40 toneladas, por ejemplo, para que depositen sus residuos en ellos. Luego los trasladamos nosotros con nuestros camiones.

¿Dónde se ubican sus proveedores?

En todo Chile. Tenemos centros de acopio en Antofagasta, Concepción, Temuco y en Colina. Desde regiones, se junta el material en dichos centros y luego los traemos hacia la planta de Colina.

¿Qué hacen con estos residuos?

Los utilizamos en el proceso productivo. El insumo principal para nuestros productos es precisamente la chatarra. Un 95% de las materias primas utilizadas, corresponden a chatarra reciclada.

¿Tienen restricciones respecto a la cantidad que pueden recibir por unidad de tiempo?

No. Puesto que es nuestra principal materia prima, recibimos grandes cantidades constantemente. Sólo en noviembre recibimos 40.000 toneladas.

¿Cuál es el rango de precios que pagan por tonelada de chatarra?

Depende de la calidad. Pero considerando que no venga mezclada con impropios, el rango puede ir entre \$100 y \$120 por kilo, en promedio. De todas formas, se analiza caso a caso dependiente de la calidad y cantidad.

Nombre: Ejecutivo de Centro de Acopio Conchalí
Empresa: SOREPA

¿Cuántas toneladas de papel y cartón reciben habitualmente?

Aproximadamente 200 toneladas diarias en este centro.

¿Cómo las trasladan?

Tenemos camiones para carga de contenedores pequeños, como las cajas de cartón que se dejan en las oficinas, pero también camiones para contenedores grandes de 30 a 40 toneladas. El retiro, si es para cantidades grandes, es gratis. A partir de 2 toneladas mensuales, aproximadamente, podemos dejar un contenedor en las instalaciones del proveedor y retirarlo gratuitamente.

¿Firman contratos con empresas para que les provean de papel recuperado?

Si. Dependiendo de la frecuencia con la que generan sus residuos de papel, se firman contratos estableciendo condiciones de retiro, frecuencia, calidades que debe tener el papel, tipo de papel. Es importante el tema de la calidad, puesto que cuando está mojado, no lo recibimos o lo castigamos en precio, dado que nosotros no compramos agua. También debe tratarse de papel que no contenga plástico, como el tetrapack, puesto que ese tipo no lo compramos.

¿Qué se requiere para un contrato de mediano plazo?

Básicamente asegurar la cantidad y calidad del papel. Hay una evaluación previa del proveedor. Luego, si todo sale bien, se puede firmar un contrato. Aparte de los datos de la empresa y todo lo administrativo, se debe aclarar si es el proveedor quien facturará o si SOREPA les emite una factura a terceros.

¿Qué precio pagan por los papeles y cartones?

Son los que están publicados en la página web, por centro. El valor va variando según el precio internacional.

Nombre: Sebastián Medina
Empresa: RECUPAC

¿Qué tipo de residuos reciben?

Latas de aluminio, tetrapack, vidrios, plásticos film, plásticos PET, papel y cartón. En estos últimos somos competencia con SOREPA.

SOREPA tiene retiro gratis cuando las cantidades son altas. ¿Ustedes también?

Si. Podemos retirar gratis a partir de 300 kilos. También podemos evaluar contratos con nuestros proveedores. Les podemos dejar contenedores grandes y acordar la frecuencia de retiro, para no trasladarlos medio vacíos.

¿Tienen alguna cantidad límite para recibir por período de tiempo?

No. Hay proveedores que entregan varias toneladas cada 1 o 2 días. Eso no es problema.

¿Cuánto pagan por los materiales que reciclan?

El precio lo vemos con cada cliente. No podría establecer uno por material sin ver la calidad.

¿Pero eventualmente al hacer un contrato ponen un precio por cantidad?

Sí, pero se evalúa siempre la calidad, porque si no es buena, se penaliza en el precio.

¿Reciclan vidrio?

Actualmente no estamos recibiendo vidrios. Nosotros recibimos botellas y frascos. Parabrisas, ventanas quebradas y ese tipo de vidrios no. Solo botellas y frascos.

¿Pero si una empresa quisiera ofrecerles grandes cantidades de botellas y frascos ahora, podrían recibirlos?

Se puede hacer el análisis. Si son grandes cantidades se puede evaluar.

Nombre: Álvaro Sapag y Pedro Medrano

Empresa: Director de Medioambiente y Jefe de Aseo y Ornato

¿Cómo se gestionan actualmente los residuos en la comuna de Ñuñoa?

A través de un contrato con un tercero, empresa Demarco, quienes efectúan la recolección y transporte de los residuos domiciliarios puerta a puerta.

¿Hacia dónde llevan los residuos una vez recolectados?

Hacia la estación de transferencia de la empresa KDM en Quilicura. Es la misma dueña del Relleno Sanitarios Lomas Los Colorados

¿Siempre llevan los residuos a esa ET?

Si. Aunque si tuviéramos una emergencia, podríamos llevarlos directamente al relleno. También en emergencia podemos llevarlos a otros rellenos como Santa Marta, por ejemplo.

¿Tiene contratos con las empresas DEMARCO y la ET de KDM?

Si, con DEMARCO uno de 6 años que está acabando. Estamos en proceso de licitación del nuevo periodo que será de 6 años también.

En el caso de la ET y el relleno, tenemos un contrato, pero cobran por cantidad que llevemos por lo que no hay problemas para llevarlo a otro lado antes.

¿Qué variables son determinantes al momento de analizar alternativas respecto a la gestión de los residuos?

La empresa de transporte nos lleva los residuos a la ET, por lo que una de las variables críticas es la distancia. Los camiones tienen una ruta y recorren más o menos siempre una misma distancia. Si hay más residuos, entonces tienen que pasar de nuevo, por lo que por distancia cobran más. Si nosotros cambiáramos el lugar de disposición entonces tendríamos que pagarle más a la empresa de recolección y transporte, dependiendo de donde queda el nuevo lugar de disposición.

Ñuñoa contaba con un centro de clasificación de residuos reciclables, ubicado en calle San Eugenio, entiendo que ahora está cerrado. ¿Por qué se cerró?

Por disposiciones sanitarias. La cantidad de residuos que llegaban al centro era aproximadamente de 300 toneladas al mes, por lo cual, la autoridad sanitaria, nos obligó a cerrarlo.

¿Ustedes consideraban un éxito ese centro de clasificación?

Totalmente. Muchos de los habitantes de Ñuñoa están acostumbrados a segregar sus residuos reciclables. Saben que una vez a la semana pasa el camión que recibe el

material reciclable. En este sentido, Ñuñoa es distinto a las demás comunas. En Vitacura la gente lleva sus residuos al punto limpio que implementaron. En Providencia los vecinos se acercan también los puntos limpios. En Ñuñoa la gente ya se acostumbró a que pasara el camión por su casa y le retirara los reciclables. Sería difícil cambiar eso.

¿Por qué Ñuñoa no está adscrito al Plan Santiago Recicla, en el cual están prácticamente todos los municipios de la RM?

Por lo anterior. El plan significaba incluir varias iniciativas dentro de la comuna, ligadas a puntos verdes, puntos limpios y otras, pero nosotros pasamos casa a casa recolectando lo reciclable, entonces no tiene mucho sentido.

¿Qué hacen con los residuos reciclables ahora que está cerrado el centro de clasificación?

Los camiones los llevan directamente a la ET. KDM tiene una línea de reciclaje, por lo que ahora los clasifican allá directamente.

¿Qué hace luego con esos residuos clasificados?

Los venden. Nosotros sólo los gestionamos para lleguen allá.

¿Abrirían un nuevo centro de clasificación?

Totalmente. Para nosotros era un éxito. Pero no contamos con el espacio necesarios y el uso de suelo en Ñuñoa no lo permite.

¿Y en otra comuna?

Tendríamos que comprar un terreno, pero eso es caro.

¿Si existiera una planta de tratamiento, estaría dispuesto a llevar sus residuos a ella?

Depende de la ubicación. Si es en Ñuñoa sí, porque no nos saldría más caro.

¿Pero si fuera en Quilicura, Talagante o Pudahuel, por ejemplo?

Es que saldría más caro por el transporte.

¿Pero actualmente los están llevando a la ET que está en Quilicura?

Es verdad. Creo que, si estuviera en Quilicura o una distancia equivalente, no tendríamos problemas para llevarlos.

¿Pero si dejan de llevarle residuos a la ET, entonces tendrían algún inconveniente con ellos, por la disminución de residuos?

No, dado que nosotros les pagamos por tonelada, así que no habría problemas.

¿Cuánto estarían dispuestos a pagar a una planta que efectuó un tratamiento de los residuos antes de llevarlos al relleno sanitario, considerando que luego no tendrían que pagar la disposición final?

Eventualmente, si tiene todas las disposiciones sanitarias, legales, etc. y está habilitada para tratar residuos, podríamos pagar hasta lo mismo que le pagamos a la ET.

¿Y pagarían más?

No podríamos, puesto que el presupuesto es acotado y no podemos excedernos.

¿Sabían de alguna otra iniciativa respecto a tratamiento de residuos sólidos que se esté evaluando?

Hace un tiempo vinieron de una empresa que quería implementar una planta de pirolisis para tratar residuos. Pero no han vuelto.

¿Tienen iniciativas o han pensado en implementar iniciativa en el corto o mediano plazo como Comuna?

No. Después del tema del centro de clasificación, no hemos pensando en nada nuevo. Quizás algunos contenedores para pilas y baterías acá dentro de las oficinas municipales, pero nada más.

9.7. Anexo 7 – Flujos e Indicadores de Rentabilidad

| Año | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
|--|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Flujo de Caja Operacional | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso por tratamiento de RSU | | 855 | 894 | 934 | 976 | 1.019 | 1.063 | 1.110 | 1.158 | 1.208 | 1.259 | 1.312 | 1.368 | 1.425 | 1.484 | 1.545 | 1.608 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados | | 396 | 414 | 432 | 451 | 471 | 492 | 514 | 536 | 559 | 583 | 607 | 633 | 659 | 687 | 715 | 744 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Costos fijos) | | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Inorgánico) | | -1.210 | -1.266 | -1.322 | -1.381 | -1.442 | -1.506 | -1.571 | -1.639 | -1.710 | -1.783 | -1.858 | -1.936 | -2.017 | -2.101 | -2.187 | -2.276 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Orgánico) | | -183 | -191 | -200 | -208 | -218 | -227 | -237 | -247 | -258 | -269 | -280 | -292 | -304 | -317 | -330 | -344 |
| (Costo Variable de Disposición) | | -664 | -694 | -725 | -758 | -791 | -826 | -862 | -899 | -938 | -978 | -1.019 | -1.062 | -1.106 | -1.152 | -1.199 | -1.248 |
| (Gastos financieros) | | -2.456 | -2.437 | -2.417 | -2.396 | -2.373 | -2.348 | -2.321 | -2.292 | -2.261 | -2.227 | -2.191 | -2.151 | -2.108 | -2.062 | -2.013 | -1.959 |
| (Depreciación maquinarias) | | -4.943 | -4.943 | -4.943 | -4.943 | -4.943 | | | | | | | | | | | |
| (Depreciación Obra Civil) | | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 |
| (Pérdidas ejercicios anteriores) | | | -8.811 | -17.641 | -26.489 | -35.354 | -44.238 | -48.196 | -52.171 | -56.162 | -60.169 | -64.190 | -68.225 | -72.273 | -76.332 | -80.401 | -84.477 |
| Utilidad Antes de Impuestos | | -8.811 | -17.641 | -26.489 | -35.354 | -44.238 | -48.196 | -52.171 | -56.162 | -60.169 | -64.190 | -68.225 | -72.273 | -76.332 | -80.401 | -84.477 | -88.559 |
| (Impuesto a la Renta 27%) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad Después de Impuestos | | -8.811 | -17.641 | -26.489 | -35.354 | -44.238 | -48.196 | -52.171 | -56.162 | -60.169 | -64.190 | -68.225 | -72.273 | -76.332 | -80.401 | -84.477 | -88.559 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación maquinarias | | 4.943 | 4.943 | 4.943 | 4.943 | 4.943 | | | | | | | | | | | |
| Depreciación Obra Civil | | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 |
| Pérdidas ejercicios anteriores | | | 8.811 | 17.641 | 26.489 | 35.354 | 44.238 | 48.196 | 52.171 | 56.162 | 60.169 | 64.190 | 68.225 | 72.273 | 76.332 | 80.401 | 84.477 |
| Flujo de Caja Operacional | | -3.550 | -3.568 | -3.587 | -3.604 | -3.622 | -3.639 | -3.656 | -3.672 | -3.688 | -3.703 | -3.716 | -3.729 | -3.740 | -3.750 | -3.758 | -3.763 |
| Flujo de Caja Financiero | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Maquinarias) | -24.713 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Obras Civiles) | -8.287 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Maquinarias) | -4.695 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Obras Civiles) | -1.575 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación IVA de la inversión | | 6.270 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor residual de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Arriendos Año implementación) | -288 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Capital de trabajo) | -1.368 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación del capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamos | 30.694 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Amortizaciones) | | -229 | -247 | -267 | -288 | -311 | -336 | -363 | -392 | -423 | -457 | -494 | -533 | -576 | -622 | -672 | -725 |
| Capital Propio Inversionistas | -10.231 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Caja Financiero | -10.231 | 6.041 | -247 | -267 | -288 | -311 | -336 | -363 | -392 | -423 | -457 | -494 | -533 | -576 | -622 | -672 | -725 |
| Flujo de Caja (MM\$) | -10.231 | 2.491 | -3.815 | -3.853 | -3.892 | -3.933 | -3.975 | -4.019 | -4.064 | -4.111 | -4.160 | -4.210 | -4.262 | -4.316 | -4.372 | -4.429 | -4.489 |

| Año | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 |
|--|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Flujo de Caja Operacional | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso por tratamiento de RSU | 1.673 | 1.740 | 1.809 | 1.881 | 1.955 | 2.031 | 2.109 | 2.190 | 2.273 | 2.359 | 2.447 | 2.538 | 2.631 | 2.727 | 2.825 | 2.927 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados | 774 | 805 | 837 | 870 | 905 | 940 | 976 | 1.014 | 1.052 | 1.092 | 1.133 | 1.174 | 1.218 | 1.262 | 1.308 | 1.355 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | 9.079 |
| (Costos fijos) | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Inorgánico) | -2.368 | -2.464 | -2.562 | -2.663 | -2.768 | -2.875 | -2.986 | -3.101 | -3.219 | -3.340 | -3.465 | -3.593 | -3.725 | -3.861 | -4.001 | -4.144 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Orgánico) | -357 | -372 | -387 | -402 | -418 | -434 | -451 | -468 | -486 | -504 | -523 | -542 | -562 | -583 | -604 | -625 |
| (Costo Variable de Disposición) | -1.299 | -1.351 | -1.405 | -1.460 | -1.518 | -1.577 | -1.638 | -1.700 | -1.765 | -1.832 | -1.900 | -1.971 | -2.043 | -2.117 | -2.194 | -2.273 |
| (Gastos financieros) | -1.901 | -1.838 | -1.770 | -1.697 | -1.618 | -1.533 | -1.441 | -1.341 | -1.234 | -1.118 | -993 | -857 | -711 | -553 | -383 | -199 |
| (Depreciación maquinarias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Depreciación Obra Civil) | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 |
| (Pérdidas ejercicios anteriores) | -88.559 | -92.644 | -96.730 | -100.814 | -104.892 | -108.961 | -113.017 | -117.054 | -121.068 | -125.053 | -129.003 | -132.592 | -136.131 | -139.612 | -143.026 | -146.362 |
| Utilidad Antes de Impuestos | -92.644 | -96.730 | -100.814 | -104.892 | -108.961 | -113.017 | -117.054 | -121.068 | -125.053 | -129.003 | -132.592 | -136.131 | -139.612 | -143.026 | -146.362 | -140.531 |
| (Impuesto a la Renta 27%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad Después de Impuestos | -92.644 | -96.730 | -100.814 | -104.892 | -108.961 | -113.017 | -117.054 | -121.068 | -125.053 | -129.003 | -132.592 | -136.131 | -139.612 | -143.026 | -146.362 | -140.531 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | -9.079 |
| Depreciación maquinarias | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación Obra Civil | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 |
| Pérdidas ejercicios anteriores | 88.559 | 92.644 | 96.730 | 100.814 | 104.892 | 108.961 | 113.017 | 117.054 | 121.068 | 125.053 | 129.003 | 132.592 | 136.131 | 139.612 | 143.026 | 146.362 |
| Flujo de Caja Operacional | -3.767 | -3.767 | -3.765 | -3.759 | -3.750 | -3.737 | -3.719 | -3.695 | -3.666 | -3.631 | -3.589 | -3.539 | -3.481 | -3.414 | -3.336 | -3.248 |
| Flujo de Caja Financiero | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Maquinarias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Obras Civiles) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Maquinarias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Obras Civiles) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación IVA de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor residual de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Arriendos Año implementación) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Capital de trabajo) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación del capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | 1.368 |
| Préstamos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Amortizaciones) | -784 | -846 | -914 | -987 | -1.066 | -1.151 | -1.243 | -1.343 | -1.450 | -1.566 | -1.692 | -1.827 | -1.973 | -2.131 | -2.301 | -2.485 |
| Capital Propio Inversionistas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Caja Financiero | -784 | -846 | -914 | -987 | -1.066 | -1.151 | -1.243 | -1.343 | -1.450 | -1.566 | -1.692 | -1.827 | -1.973 | -2.131 | -2.301 | -1.118 |
| Flujo de Caja (MM\$) | -4.550 | -4.614 | -4.679 | -4.746 | -4.816 | -4.888 | -4.962 | -5.038 | -5.117 | -5.197 | -5.281 | -5.366 | -5.454 | -5.545 | -5.638 | -4.365 |

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| Tasa de Descuento (WACC) | 12,17% |
| VAN (\$) | -37.629.375.791 |

9.8. Anexo 8 – Flujos e Indicadores de Rentabilidad – Enfoque Alternativo

| Año | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
|--|-------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Flujo de Caja Operacional | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso por tratamiento de RSU | | 1.972 | 2.062 | 2.155 | 2.251 | 2.350 | 2.453 | 2.560 | 2.671 | 2.786 | 2.905 | 3.028 | 3.155 | 3.287 | 3.423 | 3.564 | 3.709 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados | | 396 | 414 | 432 | 451 | 471 | 492 | 514 | 536 | 559 | 583 | 607 | 633 | 659 | 687 | 715 | 744 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Costos fijos) | | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Inorgánico) | | -1.210 | -1.266 | -1.322 | -1.381 | -1.442 | -1.506 | -1.571 | -1.639 | -1.710 | -1.783 | -1.858 | -1.936 | -2.017 | -2.101 | -2.187 | -2.276 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Orgánico) | | -183 | -191 | -200 | -208 | -218 | -227 | -237 | -247 | -258 | -269 | -280 | -292 | -304 | -317 | -330 | -344 |
| (Costo Variable de Disposición) | | -664 | -694 | -725 | -758 | -791 | -826 | -862 | -899 | -938 | -978 | -1.019 | -1.062 | -1.106 | -1.152 | -1.199 | -1.248 |
| (Gastos financieros) | | -119 | -118 | -117 | -116 | -115 | -114 | -113 | -111 | -110 | -108 | -106 | -104 | -102 | -100 | -98 | -95 |
| (Depreciación maquinarias) | | -4.943 | -4.943 | -4.943 | -4.943 | -4.943 | | | | | | | | | | | |
| (Depreciación Obra Civil) | | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 |
| (Pérdidas ejercicios anteriores) | | | -5.357 | -10.700 | -16.027 | -21.337 | -26.631 | -26.965 | -27.280 | -27.577 | -27.854 | -28.111 | -28.347 | -28.560 | -28.751 | -28.918 | -29.060 |
| Utilidad Antes de Impuestos | | -5.357 | -10.700 | -16.027 | -21.337 | -26.631 | -26.965 | -27.280 | -27.577 | -27.854 | -28.111 | -28.347 | -28.560 | -28.751 | -28.918 | -29.060 | -29.177 |
| (Impuesto a la Renta 27%) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad Después de Impuestos | | -5.357 | -10.700 | -16.027 | -21.337 | -26.631 | -26.965 | -27.280 | -27.577 | -27.854 | -28.111 | -28.347 | -28.560 | -28.751 | -28.918 | -29.060 | -29.177 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación maquinarias | | 4.943 | 4.943 | 4.943 | 4.943 | 4.943 | | | | | | | | | | | |
| Depreciación Obra Civil | | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 |
| Pérdidas ejercicios anteriores | | | 5.357 | 10.700 | 16.027 | 21.337 | 26.631 | 26.965 | 27.280 | 27.577 | 27.854 | 28.111 | 28.347 | 28.560 | 28.751 | 28.918 | 29.060 |
| Flujo de Caja Operacional | | -96 | -81 | -66 | -49 | -33 | -15 | 3 | 22 | 42 | 62 | 83 | 105 | 128 | 152 | 176 | 202 |
| Flujo de Caja Financiero | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Maquinarias) | -24.713 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Obras Civiles) | -8.287 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Maquinarias) | -4.695 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Obras Civiles) | -1.575 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación IVA de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor residual de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Arriendos Año implementación) | -288 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Capital de trabajo) | -1.368 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación del capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Préstamos | 1.490 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subsidio | 39.270 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Amortizaciones) | | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 | -16 | -18 | -19 | -21 | -22 | -24 | -26 | -28 | -30 | -33 | -35 |
| Capital Propio Inversionistas | -166 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Caja Financiero | -166 | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 | -16 | -18 | -19 | -21 | -22 | -24 | -26 | -28 | -30 | -33 | -35 |
| Flujo de Caja (MM\$) | -166 | -107 | -93 | -78 | -63 | -48 | -31 | -14 | 3 | 21 | 40 | 59 | 79 | 100 | 122 | 144 | 167 |

| Año | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Flujo de Caja Operacional | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ingreso por tratamiento de RSU | 3.859 | 4.014 | 4.174 | 4.339 | 4.510 | 4.685 | 4.866 | 5.053 | 5.245 | 5.442 | 5.646 | 5.855 | 6.070 | 6.292 | 6.519 | 6.752 |
| Ingresos por ventas materiales recuperados | 774 | 805 | 837 | 870 | 905 | 940 | 976 | 1.014 | 1.052 | 1.092 | 1.133 | 1.174 | 1.218 | 1.262 | 1.308 | 1.355 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Costos fijos) | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 | -288 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Inorgánico) | -2.368 | -2.464 | -2.562 | -2.663 | -2.768 | -2.875 | -2.986 | -3.101 | -3.219 | -3.340 | -3.465 | -3.593 | -3.725 | -3.861 | -4.001 | -4.144 |
| (Costo Variable de Tratamiento RSU Orgánico) | -357 | -372 | -387 | -402 | -418 | -434 | -451 | -468 | -486 | -504 | -523 | -542 | -562 | -583 | -604 | -625 |
| (Costo Variable de Disposición) | -1.299 | -1.351 | -1.405 | -1.460 | -1.518 | -1.577 | -1.638 | -1.700 | -1.765 | -1.832 | -1.900 | -1.971 | -2.043 | -2.117 | -2.194 | -2.273 |
| (Gastos financieros) | -92 | -89 | -86 | -82 | -79 | -74 | -70 | -65 | -60 | -54 | -48 | -42 | -35 | -27 | -19 | -10 |
| (Depreciación maquinarias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Depreciación Obra Civil) | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | -319 | | | | | | |
| (Pérdidas ejercicios anteriores) | -29.177 | -29.267 | -29.330 | -29.365 | -29.369 | -29.343 | -29.286 | -29.195 | -29.070 | -28.909 | -28.712 | -28.158 | -27.564 | -26.929 | -26.252 | -25.530 |
| Utilidad Antes de Impuestos | -29.267 | -29.330 | -29.365 | -29.369 | -29.343 | -29.286 | -29.195 | -29.070 | -28.909 | -28.712 | -28.158 | -27.564 | -26.929 | -26.252 | -25.530 | -24.763 |
| (Impuesto a la Renta 27%) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Utilidad Después de Impuestos | -29.267 | -29.330 | -29.365 | -29.369 | -29.343 | -29.286 | -29.195 | -29.070 | -28.909 | -28.712 | -28.158 | -27.564 | -26.929 | -26.252 | -25.530 | -24.763 |
| Ganancias de capital | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación maquinarias | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación Obra Civil | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | 319 | | | | | | |
| Pérdidas ejercicios anteriores | 29.177 | 29.267 | 29.330 | 29.365 | 29.369 | 29.343 | 29.286 | 29.195 | 29.070 | 28.909 | 28.712 | 28.158 | 27.564 | 26.929 | 26.252 | 25.530 |
| Flujo de Caja Operacional | 228 | 256 | 284 | 314 | 345 | 377 | 410 | 444 | 479 | 516 | 554 | 594 | 635 | 677 | 722 | 767 |
| Flujo de Caja Financiero | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Maquinarias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Inversión Obras Civiles) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Maquinarias) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (IVA inversión Obras Civiles) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación IVA de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor residual de la inversión | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Arriendos Año implementación) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Capital de trabajo) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recuperación del capital de trabajo | | | | | | | | | | | | | | | | 1.368 |
| Préstamos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Subsidio | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (Amortizaciones) | -38 | -41 | -44 | -48 | -52 | -56 | -60 | -65 | -70 | -76 | -82 | -89 | -96 | -103 | -112 | -121 |
| Capital Propio Inversionistas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Caja Financiero | -38 | -41 | -44 | -48 | -52 | -56 | -60 | -65 | -70 | -76 | -82 | -89 | -96 | -103 | -112 | 1.247 |
| Flujo de Caja (MM\$) | 190 | 215 | 240 | 266 | 293 | 321 | 349 | 379 | 409 | 440 | 472 | 505 | 539 | 574 | 610 | 2.014 |

| | |
|---------------------------------|-------------|
| Tasa de Descuento (WACC) | 8,37% |
| VAN (\$) | 684.216.769 |

9.9. Anexo 9 – Instalaciones de Disposición Final de RSU

Oferta de instalaciones y sitios de disposición final de RSU, por región, incluyendo comuna de localización y comunas que efectúan en cada uno. Incluye, además, cantidad de RSU por instalación, en toneladas por año y en porcentaje respecto al total nacional, para el año 2012.

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|-----------------------------------|--|------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | Basural Municipal en Chisllane | General Lagos | General Lagos | 262 | 0,00% |
| XV - Región de Arica y Parinacota | Basural Municipal de Tobraje | Putre | Putre | 547 | 0,01% |
| XV - Región de Arica y Parinacota | Basural Municipal de Camarones distintos pueblos | Camarones | Camarones | 251 | 0,00% |
| XV - Región de Arica y Parinacota | Basural Municipal Quebrada La Encantada | Arica | Arica | 83.619 | 1,27% |
| Total Región | | | | 84.680 | 1,29% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|--|----------------------------------|
| I - Región de Tarapacá | Relleno Sanitario Municipal | Camiña | Camiña | 456 | 0,01% |
| I - Región de Tarapacá | Basural Municipal | Colchane | Colchane | 471 | 0,01% |
| I - Región de Tarapacá | Vertedero El Boro | Alto Hospicio / Iquique | Alto Hospicio / Iquique | 110.328 | 1,68% |
| I - Región de Tarapacá | Vertedero | Huara | Huara | 859 | 0,01% |
| I - Región de Tarapacá | Relleno sanitario manual de Pica | Pica | Pica | 1.599 | 0,02% |
| I - Región de Tarapacá | Vertedero municipal de Pozo Almonte | Pozo Almonte | Pozo Almonte, Colonia Pintados, La Huayca, Fuerte Baquedano | 4.546 | 0,07% |
| Total Región | | | | 118.260 | 1,80% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|----------------------------|--|------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|
| II - Región de Antofagasta | Vertedero sanitario | María Elena | María Elena | 1.806 | 0,03% |
| II - Región de Antofagasta | Vertedero Municipal de Tocopilla | Tocopilla | Tocopilla | 9.884 | 0,15% |
| II - Región de Antofagasta | Nuevo Relleno Sanitario de Calama | Calama | Calama | 54.730 | 0,83% |
| II - Región de Antofagasta | Relleno sanitario manual Chiu-Chiu | Calama | Localidad Chiu-Chiu y Lasana | | |
| II - Región de Antofagasta | Relleno sanitario manual Ollagüe | Ollagüe | Ollagüe | 101 | 0,00% |
| II - Región de Antofagasta | Vertedero San Pedro | San Pedro de Atacama | San Pedro de Atacama y Toconao | 1.901 | 0,03% |
| II - Región de Antofagasta | Relleno Artesanal Socaire | | | | |
| II - Región de Antofagasta | Basural La Chimba | Antofagasta | Antofagasta | 137.164 | 2,09% |
| II - Región de Antofagasta | Vertedero Municipal de Mejillones | Mejillones | Mejillones | 3.805 | 0,06% |
| II - Región de Antofagasta | Vertedero Municipal de Sierra Gorda | Sierra Gorda | Sierra Gorda | 452 | 0,01% |
| II - Región de Antofagasta | Relleno sanitario Municipal de Taltal5 | Taltal | Taltal | 5.142 | 0,08% |
| Total Región | | | | 214.985 | 3,27% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|--|----------------------------------|
| III - Región de Atacama | Vertedero Municipal Vallenar | Vallenar | Vallenar, Alto del Carmen y varias localidades | 22.774 | 0,35% |
| III - Región de Atacama | Basural Municipal de Huasco | Huasco | Huasco y varias localidades | 3.563 | 0,05% |
| III - Región de Atacama | Relleno Sanitario El Chulo | Copiapó | Copiapó y Tierra Amarilla | 68.250 | 1,04% |
| III - Región de Atacama | Basural Municipal de Caldera | Caldera | Caldera | 6.379 | 0,10% |
| III - Región de Atacama | Vertedero no controlado | Diego de Almagro | Diego de Almagro | 6.470 | 0,10% |
| III - Región de Atacama | Basural Municipal de Chañaral | Chañaral | Chañaral | 5.377 | 0,08% |
| III - Región de Atacama | Basural Municipal de Freirina | Freirina | Freirina y varias localidades | 2.527 | 0,04% |
| Total Región | | | | 115.340 | 1,76% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Fundo Caracas | Los Vilos | Los Vilos | 7.058 | 0,11% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero El Queñe | Salamanca | Salamanca | 9.806 | 0,15% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Quebrada Lo Gallardo | Illapel | Illapel | 11.644 | 0,18% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Quebrada El Gallo | Canela | Canela | 3.497 | 0,05% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Casas Blancas | Combarbalá | Combarbalá | 5.273 | 0,08% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero El Higueral | Punitaqui | Punitaqui | 3.915 | 0,06% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Cerro El Manchado | Monte Patria | Monte Patria | 11.469 | 0,17% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero El Incienso | Ovalle | Ovalle | 40.108 | 0,61% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Municipal Río Hurtado | Río Hurtado | Río Hurtado | 1.581 | 0,02% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Andacollo | Andacollo | Andacollo | 4.252 | 0,06% |
| IV - Región de Coquimbo | Relleno Sanitario El Panul | Coquimbo | Coquimbo, La Serena, Paihuano, Vicuña | 169.401 | 2,58% |
| IV - Región de Coquimbo | Vertedero Quebrada El Mollaco | Vicuña | Vicuña | 9.956 | 0,15% |
| IV - Región de Coquimbo | Basural Municipal de La Higuera | La Higuera | La Higuera | 1.631 | 0,02% |
| Total Región | | | | 279.590 | 4,26% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|--------------------------|---|------------------------|---|--|----------------------------------|
| V - Región de Valparaíso | Vertedero Eco Garbage Ltda de San Antonio | Cartagena | Santo Domingo, San Antonio, Algarrobo, Cartagena, El Quisco y El Tabo | 53.404 | 0,81% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero Municipal de Casablanca | Casablanca | Casablanca | 9.304 | 0,14% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero El Molle | Valparaíso | Concón, Limache, Olmué, Quilpué, Valparaíso y Viña del Mar | 325.292 | 4,95% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero Municipal de Villa Alemana | Villa Alemana | Villa Alemana | 44.322 | 0,67% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero San Pedro | Quillota | Papudo, Hijuelas, La Calera, La Cruz, Nogales y Quillota | 73.716 | 1,12% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero Municipal de Puchuncaví | Puchuncaví | Puchuncaví | 5.792 | 0,09% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero La Hormiga | San Felipe | Calle Larga, Catemu, Los Andes, Panquehue, Putaendo, San Esteban y San Felipe | 74.998 | 1,14% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero Particular Cabildo7 | Cabildo | Cabildo | 5.792 | 0,09% |
| V - Región de Valparaíso | Vertedero de Chincolco | Petorca | Petorca | 74.998 | 1,14% |
| V - Región de Valparaíso | Basural Tabolango | Santa María | Santa María | 5.415 | 0,08% |
| V - Región de Valparaíso | Basural Municipal de Quintero | Quintero | Quintero | 10.247 | 0,16% |
| Total Región | | | | 683.280 | 10,40% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|---------------------------|--|------------------------|---|--|----------------------------------|
| RM - Región Metropolitana | Relleno Sanitario Santa Marta | Talagante | Buin, Calera de Tango, El Bosque, La Florida, La Granja, La Pintana, Lo Espejo, Macul, Paine, Pedro Aguirre Cerda, Pirque, Puente Alto, San José de Maipo, San Ramón, Talagante | 819.035 | 12,47% |
| RM - Región Metropolitana | Relleno Sanitario Santiago Poniente | Maipú | Cerrillos, El Monte, Estación Central, Isla de Maipo, Padre Hurtado, Peñaflor, Peñalolén, San Bernardo | 360.550 | 5,49% |
| RM - Región Metropolitana | Relleno Sanitario Loma Los Colorados (KDM) | Til Til | Cerro Navia, Colina, Conchalí, Curacaví, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Reina, Lampa, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Prado, Maipú, Ñuñoa, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, Santiago, Til Til y Vitacura | 1.416.203 | 21,56% |
| RM - Región Metropolitana | Vertedero Controlado Popeta | Melipilla | Alhué, María Pinto, Melipilla y San Pedro | 53.747 | 0,82% |
| Total Región | | | | 2.649.535 | 40,33% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|---|--------------------------------------|------------------------|--|--|----------------------------------|
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | Relleno Sanitario Manual Las Quilas7 | Puchilemu | Marchihue, Navidad, Paredones, Pichilemu, La Estrella y Litueche | 23.197 | 0,35% |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | Relleno Sanitario La Yesca | Requínoa | Codegua, Coinco, Coltauco, Doñihue, Graneros, Machalí, Malloa, Mostazal, Olivar, Peumo, Quinta de Tilcoco, Rancagua, Rengo, Requínoa, San Vicente de T.T | 322.823 | 4,91% |
| Total Región | | | | 346.020 | 5,27% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|------------------------|--------------------------------------|------------------------|---|--|----------------------------------|
| VII - Región del Maule | Relleno Sanitario El Guanaco | Teno | Curicó, Hualañe, Licantén, Molina, Rauco, Romeral, Sagrada Familia y Teno | 194.949 | 2,97% |
| VII - Región del Maule | Vertedero Vichuquén | Vichuquén | Vichuquén | 1.585 | 0,02% |
| VII - Región del Maule | Vertedero Viñales | Constitución | Constitución | 15.148 | 0,23% |
| VII - Región del Maule | Basural de Gualleco | Curepto | Curepto | 3.553 | 0,05% |
| VII - Región del Maule | Basural de Huaquén | Río Claro | Río Claro | 4.711 | 0,07% |
| VII - Región del Maule | Vertedero Cumpe | San Clemente | San Clemente | 14.619 | 0,22% |
| VII - Región del Maule | Relleno Sanitario El Retamo | Talca | San Javier, Talca, Pelarco, Penciahue y Maule | 108.946 | 1,66% |
| VII - Región del Maule | Vertedero La Loica | Retiro | Parral, Retiro | 21.378 | 0,33% |
| VII - Región del Maule | Basural Municipal Pelluhue | Pelluhue | Pelluhue | 2.451 | 0,04% |
| VII - Región del Maule | Villa Baviera | Parral | Villa Baviera y Parral | 14.449 | 0,22% |
| Total Región | | | | 381.790 | 5,81% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|--|----------------------------------|
| VIII - Región del Biobío | Relleno Sanitario Fundo Las Cruces | Chillán Viejo | Cobquecura, Quirihue, Treguaco, Coelemu, Ninhue, Portezuelo, Ránquil, Quillón, San Carlos, San Nicolás, Chillán, Chillán Viejo, Bulnes, San Ignacio, Pemuco, El Carmen, Pinto, Coihueco, Ñiquen y San Fabián | 22.198 | 0,34% |
| VIII - Región del Biobío | Relleno Sanitario Laguna Verde | Los Ángeles | Los Ángeles, Yumbel, Nacimiento, Antuco, Quilleco, Laja, Yungay y Alto Biobío | 146.465 | 2,23% |
| VIII - Región del Biobío | Relleno Sanitario CEMARC | Penco | Concepción, Tomé, Chiguayante, Penco, San Pedro de la Paz, Coronel, Santa Juana, Hualqui, Lota y Arauco | 373.169 | 5,68% |
| VIII - Región del Biobío | Relleno Sanitario Copiulemu | Florida | Talcahuano, Hualpén y Florida | 125.628 | 1,91% |
| VIII - Región del Biobío | Vertedero Lebu | Lebu | Lebu | 11.837 | 0,18% |
| VIII - Región del Biobío | Vertedero Curanilahue | Curanilahue | Curanilahue | 16.291 | 0,25% |
| VIII - Región del Biobío | Vertedero Cañete | Cañete | Cañete, Los Álamos, Contulmo y Tirúa | 33.309 | 0,51% |
| VIII - Región del Biobío | Vertedero de Mulchén | Mulchén | Mulchén, Negrete, Quilaco, Santa Bárbara, Tucapel, Cabrero y San Rosendo | 50.013 | 0,76% |
| Total Región | | | | 778.910 | 11,86% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|-----------------------------|--|------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Loncoche | Loncoche | Loncoche | 9.392 | 0,14% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal Los Nevados, Pucón | Pucón | Curarrehue, Pucón | 12.270 | 0,19% |
| IX - Región de la Araucanía | Relleno Sanitario Privado Villarrica | Villarrica | Villarrica | 21.588 | 0,33% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Toltén | Toltén | Toltén | 4.518 | 0,07% |
| IX - Región de la Araucanía | Relleno Sanitario de Coipué | Freire | Freire y varias localidades | 11.162 | 0,17% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Gorbea | Gorbea | Gorbea | 6.023 | 0,09% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Privado Peñehue | Teodoro Schmidt | Teodoro Schmidt | 6.336 | 0,10% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Pitrufrquén | Pitrufrquén | Pitrufrquén | 9.573 | 0,15% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Cunco | Cunco | Cunco | 6.814 | 0,10% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Privado de Nueva Imperial | Nueva Imperial | Nueva Imperial | 13.116 | 0,20% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Privado Los Corrales (Carahue) | Carahue | Carahue | 10.588 | 0,16% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Boyeco 1 | Temuco | Temuco, Padre Las Casas | 144.609 | 2,20% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Lautaro | Lautaro | Lautaro | 14.876 | 0,23% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Perquenco | Perquenco | Perquenco | 2.976 | 0,05% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Curacautín | Curacautín | Curacautín | 7.008 | 0,11% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Lumaco | Lumaco | Lumaco | 4.091 | 0,06% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero de Victoria | Victoria | Victoria | 14.003 | 0,21% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Purén | Purén | Purén | 5.081 | 0,08% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero de Ercilla | Ercilla | Ercilla | 3.454 | 0,05% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Angol | Angol | Angol | 21.675 | 0,33% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal | Loquimay | Loquimay | 4.413 | 0,07% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Privado de Vilcún | Vilcún | Vilcún | 10.942 | 0,17% |
| IX - Región de la Araucanía | Basural Municipal de Melipeuco | Melipeuco | Melipeuco | 2.437 | 0,04% |
| IX - Región de la Araucanía | Vertedero Municipal de Traiguén | Galvarino | Galvarino, Traiguén | 12.580 | 0,19% |
| Total Región | | | | 359.525 | 5,47% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|--------------------------|--|------------------------|---|--|----------------------------------|
| XVI - Región de los Ríos | Vertedero Municipal La Unión (Las Trancas) | La Unión | La Unión | 14.613 | 0,22% |
| XVI - Región de los Ríos | Relleno Sanitario Paillaco-Futrono | Paillaco | Paillaco, Futrono | 13.046 | 0,20% |
| XVI - Región de los Ríos | Relleno Sanitario Morrumpulli | Valdivia | Valdivia, José de la Mariquina, Panguipulli, Los Lagos, Corral, Lanco y Mafil | 100.302 | 1,53% |
| XVI - Región de los Ríos | Basural El Lepún | Lago Ranco | Lago Ranco | 3.795 | 0,06% |
| XVI - Región de los Ríos | Basural Cachillahue | Río Bueno | Río Bueno | 12.418 | 0,19% |
| Total Región | | | | 144.175 | 2,19% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|---|--|----------------------------------|
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Río Negro | Río Negro | Río Negro y localidad de Ricachuelo | 5.314 | 0,08% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Curaco | Osorno | Osorno, San Pablo, Puyehue, San Juan de La Costa, Purranque | 80.189 | 1,22% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal Lagunitas | Puerto Montt | P. Montt, Puerto Octay, Frutillar, Los Muermos y Llanquihue | 113.836 | 1,73% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Calbuco | Calbuco | Calbuco | 12.937 | 0,20% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Puerto Varas | Puerto Varas | Puerto Varas y Conchamó | 16.616 | 0,25% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal Santa María | Fresia | Fresia | 4.622 | 0,07% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Municipal de Dalcahue | Dalcahue | Dalcahue | 5.271 | 0,08% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal Punahuel | Castro | Castro | 17.222 | 0,26% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Municipal Curaco de Vélez | Curaco de Vélez | Curaco de Vélez | 1.426 | 0,02% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Municipal Chonchi | Chonchi | Chonchi | 5.609 | 0,09% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Municipal de Puqueldón | Puqueldón | Puqueldón | 1.621 | 0,02% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Quemchi | Quemchi | Quemchi | 3.327 | 0,05% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Ancud | Ancud | Ancud | 16.176 | 0,25% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Municipal de Quinchao | Quinchao | Achao y Villa Quinchao | 3.250 | 0,05% |
| X - Región de los Lagos | Vertedero Municipal de Queilén | Queilén | Queilén | 2.054 | 0,03% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Quellón | Quellón | Quellón | 10.139 | 0,15% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Hualaihué | Hualaihué | Hualaihué, Río Negro y Contao | 8.775 | 0,13% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Chaitén | Chaitén | Chaitén | 1.327 | 0,02% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal de Palena | Palena | Palena | 720 | 0,01% |
| X - Región de los Lagos | Basural Municipal Chaitén | Futaleufú | Futaleufú | 914 | 0,01% |
| Total Región | | | | 311.345 | 4,74% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|----------------------|---|---------------------------|---------------------------------------|---|--|
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Coyhaique | Coyhaique | Coyhaique y varias localidades | 22.950 | 0,35% |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Villa La Tapera | Lago Verde | Localidad Villa La Tapera | 339 | 0,01% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Lago Verde | | Lago Verde | | |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Puerto Aysén | | Puerto Aysén y varias localidades | | |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Puerto Aguirre | Aysén | Puerto Aguirre y varias localidades | 8.929 | 0,14% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Villa Mañihuales | | Localidad Villa Mañihuales | | |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Puerto Cisnes | | Localidad Puerto Cisnes | | |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Villa Mañihuales | | Villa Mañihuales y varias localidades | | |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Puerto Cisnes | | Puerto Cisnes y varias localidades | | |
| XI - Región de Aysén | Vertedero La Junta | Cisnes | Localidad La Junta | 1.961 | 0,03% |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Raúl Marín Balmaceda | | Localidad Marín Balmaceda | | |
| XI - Región de Aysén | Puerto Gala | | Localidad Puerto Gala | | |
| XI - Región de Aysén | Puerto Gaviota | | Localidad Puerto Gaviota | | |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Manual Guaitecas | Guaitecas | Guiatecas y varias localidades | 575 | 0,01% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero de Chile Chico | | Localidad Chile Chico | | |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Puerto Guadal | | Localidad Puerto Guadal | | |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Puerto Bertrand | Chile Chico | Localidad Puerto Bertrand | 1.829 | 0,03% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Mallín Grande | | Localidad Mallín Grande | | |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Puerto Ibañez | | Localidad Puerto Ibañez | | |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Villa Cerro Castillo | | Localidad Cerro Castillo | | |
| XI - Región de Aysén | Relleno Sanitario Río Tranquilo | Río Ibañez | Localidad Río Tranquilo | 872 | 0,01% |
| XI - Región de Aysén | Bahía Murta | | Localidad Bahía Murta | | |
| XI - Región de Aysén | Puerto Sánchez | | Localidad Puerto Sánchez | - | 0,00% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero de Cochrane | Cochrane | Localidad Cochrane | 1.179 | 0,02% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero Caleta Tortel | Tortel | Localidad Caleta Tortel | 203 | 0,00% |
| XI - Región de Aysén | Vertedero O'Higgins | O'Higgins | Localidad Villa O'Higgins | 219 | 0,00% |
| Total Región | | | | 39.055 | 0,59% |

| Región | Nombre Instalación Disposición Final | Comuna de localización | Comunas que efectúan disposición | Cantidad RSU por Instalación (ton/año) | Cantidad RSU por Instalación (%) |
|--|---|------------------------|---|--|----------------------------------|
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Vertedero municipal Leñadura | Punta Arenas | Punta Arenas, Río Verde y Laguna Blanca | 52.358 | 0,80% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Vertedero Municipal de Puerto Natales | Puerto Natales | Puerto Natales y Sectores Rurales | 7.372 | 0,11% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Relleno Sanitario Manual Cerro Castillo | Torres del Payne | Villa Cerro Casitllo | 71 | 0,00% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Relleno Sanitario Manual Porvenir | Porvenir | Porvenir y Primavera | 2.577 | 0,04% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Relleno Sanitario Manual de Timaukel | Timaukel | Timaukel | 96 | 0,00% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Relleno Sanitario Manual de Puerto Toro | Cabo de Hornos | Localidad Puerto Toro | 670 | 0,01% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | Relleno Sanitario Manual de Puerto Williams | Cabo de Hornos | Localidad Cabo de Hornos | | |
| Total Región | | | | 63.145 | 0,96% |

| Región | Número de Instalaciones Disposición Final | Cantidad de RSU (ton/año) | Cantidad de RSU (%) |
|--|---|---------------------------|---------------------|
| XV - Región de Arica y Parinacota | 4 | 84.680 | 1,29% |
| I - Región de Tarapacá | 6 | 118.260 | 1,80% |
| II - Región de Antofagasta | 11 | 214.985 | 3,27% |
| III - Región de Atacama | 7 | 115.340 | 1,76% |
| IV - Región de Coquimbo | 13 | 279.590 | 4,26% |
| V - Región de Valparaíso | 11 | 683.280 | 10,40% |
| RM - Región Metropolitana | 4 | 2.649.535 | 40,33% |
| VI - Región del Libertador Bernardo O'Higgins | 2 | 346.020 | 5,27% |
| VII - Región del Maule | 11 | 381.790 | 5,81% |
| VIII - Región del Biobío | 8 | 778.910 | 11,86% |
| IX - Región de la Araucanía | 24 | 359.525 | 5,47% |
| XVI - Región de los Ríos | 5 | 144.175 | 2,19% |
| X - Región de los Lagos | 20 | 311.345 | 4,74% |
| XI - Región de Aysén | 26 | 39.055 | 0,59% |
| XII - Región de Magallanes y Antártica Chilena | 7 | 63.145 | 0,96% |
| Total País | 159 | 6.569.635 | 100,00% |