



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



MEMORIA DE TITULO

Modernización de la Planta de producción de compost en el Centro Integral de Transferencia de la comuna de Santa Juana

POR

Alfredo Alexis Aedo Poblete

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para optar al título profesional de Ingeniero Civil Industrial.

Profesora Guía:

Dr. Jorge Jiménez del Rio

Profesional Supervisor:

Dra. Patricia González Sánchez

Febrero 2024
Concepción Chile

Ninguna parte de esta tesis puede reproducirse o transmitirse bajo ninguna forma o por ningún medio o procedimiento, sin permiso por escrito del autor.

© 2024 Alfredo Alexis Aedo Poblete

DEDICATORIA

A mi madre Susana y a mi padre Gustavo, por siempre creer en mí y apoyarme en todo momento.

Por los valores que me enseñaron y su amor incondicional.

A mi hermanita Lilian, por ser la persona que siempre me ha inspirado a seguir mis metas y sueños;

y por siempre creen en mí.

A mi familia y mis mejores amigos por su eterno apoyo.

A mí mismo, por no haberme rendido a pesar de los malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre por su amor incondicional, por siempre estar ahí para mí, por su cuidado y apoyarme en mis peores momentos. A mi padre por todos los valores y lecciones que me ha enseñado, que hacen que me sienta orgulloso de mis ideales; y por nunca haberme abandonado. A mi hermanita, por ser mi mejor amiga y por toda la alegría que me trae a la vida.

Quiero agradecer a mis mejores amigos Gabriel, Eduardo, Carolina y Andrés por siempre apoyarme en los momentos más difíciles. Por su lealtad, compañerismo, honestidad y cariño.

A mi familia por el enorme cariño que me han brindado durante toda mi vida.

Agradezco a mi profesor guía Jorge Jiménez por ser mi mentor durante este trabajo, por su apoyo, confianza y consejos. A la profesora Patricia González por permitirme ser parte del proyecto y su confianza.

Agradecer a las Municipalidad de Santa Juana por su apoyo y confianza en el desarrollo de este trabajo. Y también quiero agradecer a las Municipalidades de Santa Juana, San Antonio y Viña del Mar; y a las organizaciones Armony Sustentable, BioCompost4, Liquen Austral, Zero Corp, Namuntu Lombriclub y Vinicas por su ayuda y confianza que me han brindado al compartir sus conocimientos conmigo.

SUMARIO

En el presente trabajo de memoria de título se presenta una propuesta de modelo de negocios para la planta de compostaje del Centro Integral de Transferencia de la comuna de Santa Juana, con el fin de que la planta logre ser económicamente sustentable. Este trabajo es parte de uno de los componentes del proyecto FIC de la Universidad de Concepción, código BIP 40041188-0, nombre: “Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana”; por lo mismo este documento se desarrolló en paralelo con otros componentes del proyecto.

El modelo de negocio que se propone está basado en prácticas realizadas por organizaciones del sector privado, como también de municipalidades de Chile que realizan valorización de residuos orgánicos domiciliarios. De esta forma el modelo tiene entre sus principales propuestas de valor la generación de productos y servicios de importe para los actores clave en la región y para la industria agrícola principalmente; como igualmente beneficios sociales provenientes de la valorización de residuos sólidos municipales y la mejora en la gestión de residuos para la comuna de Santa Juana y a su población.

Posteriormente se realizó una evaluación económica del modelo de negocios en distintos escenarios, considerando los ahorros que genera la menor disposición de residuos a relleno sanitario para la Municipalidad de Santa Juana, y los beneficios generados por un modelo que considera el servicio de recepción de residuos orgánicos, y la venta de biofertilizantes. Dichos beneficios fueron cuantificados en un horizonte de 15 años para el cálculo de VAN, a una tasa de descuento del 6%.

Se concluyó del trabajo que debido a la baja generación de residuos orgánicos domiciliarios que genera la comuna de Santa Juana, los beneficios que genera la planta de compostaje en cuanto a ahorros no son suficientes para financiar las operaciones de la planta. No obstante, un modelo de negocios que contempla los beneficios generados por el servicio de recepción de residuos orgánicos en la planta, y la posterior venta de los biofertilizantes obtenidos del proceso de compostaje pueden financiar en un gran porcentaje los costos operacionales, e incluso superando ciertos niveles de procesamiento de residuos llegar a alcanzar un VAN (6%) de \$0. Mientras, se alcanzó un balance positivo en cuanto a los beneficios ambientales y sociales en todos los escenarios estudiados, específicamente en el ahorro de la emisión de gases de efecto invernadero como metano y carbono, justificando así el impacto ambiental y social positivo que genera la planta de compostaje a la comuna de Santa Juana y a la Región del Biobío.

SUMMARY

In this thesis, a business model proposal is presented for the composting plant of the Integral Transfer Center of the commune of Santa Juana, aiming to achieve economic sustainability for the plant. This work is part of one of the components of the FIC project of the University of Concepción, with code BIP 40041188-0, titled: "High-Quality Compost for the Commune of Santa Juana"; therefore, this document was developed simultaneously with other components of the project.

The proposed business model is based on practices carried out by private sector organizations, as well as municipalities in Chile that carry out valorization of household organic waste. Thus, the model's main value propositions include the generation of products and services of value for key actors in the region and mainly for the agricultural industry, as well as social benefits stemming from the valorization of municipal solid waste and the improvement in waste management for the commune of Santa Juana and its population.

Subsequently, an economic evaluation of the business model was conducted under different scenarios, considering the savings generated by the reduced disposal of waste to the landfill for the Municipality of Santa Juana, and the benefits generated by a model that includes the service of receiving organic waste and the sale of biofertilizers. These benefits were quantified over a 15-year horizon for the calculation of NPV, at a discount rate of 6%.

It was concluded from the study that due to the low generation of household organic waste in the commune of Santa Juana, the savings generated by the composting plant are not sufficient to finance the plant's operations. However, a business model that considers the benefits generated by the service of receiving organic waste at the plant, and the subsequent sale of biofertilizers obtained from the composting process, can finance a large percentage of the operational costs, and even exceed certain levels of waste processing to achieve an NPV (6%) of \$0. Furthermore, a positive balance was reached in terms of environmental and social benefits in all scenarios studied, specifically in the reduction of greenhouse gas emissions such as methane and carbon, thus justifying the positive environmental and social impact generated by the composting plant in the commune of Santa Juana and the Biobío Region.

Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Objetivos	2
2.1.	Objetivos Específicos	2
3.	Antecedentes	3
3.1.	Contexto General.....	3
3.1.1.	Gestión de los RSM en Chile	3
3.1.2.	Gestión de los RSM en la Región del Biobío.....	4
3.2.	Antecedentes de la Comuna de Santa Juana.....	5
3.2.1.	Datos generales.....	5
3.2.2.	Gestión de los residuos sólidos municipales en la comuna de Santa Juana	6
3.3.	Antecedentes del CIT	8
3.3.1.	Funcionamiento de la planta de compostaje del CIT	10
3.3.2.	Resultados del diagnóstico técnico a la planta de compostaje	12
3.3.3.	Siniestro de Febrero del año 2023	14
3.3.4.	Equipamiento actual en la planta.....	14
3.3.5.	Proyecto FIC.....	14
4.	Metodología.....	16
4.1.	Proyección de la Generación de Residuos en la Comuna de Santa Juana	16
4.2.	Propuesta de Modelo de Negocios	19
4.3.	Propuesta de layout	21
4.4.	Evaluación Económica y Social	22
5.	Modelos de Negocios	30
5.1.	Observaciones Clave a Empresas Privadas	31
5.2.	Observaciones Clave a Municipalidades.....	32
6.	Propuesta de Modelo de Negocio.....	33
6.1.	Clientes (Segmentación).....	33
6.1.1.	Beneficiarios del servicio de retiro de residuos orgánicos y residuos sólidos asimilables (RSA) 34	
6.1.2.	Receptores de compost.....	35
6.1.3.	Instituciones educativas, agricultores y residentes de la comuna de Santa Juana	35
6.2.	Propuesta de Valor	35
6.2.1.	Gestión sostenible de residuos domésticos asimilables en la comuna	36
6.2.2.	Compost de alta calidad.....	36

6.2.3.	Rol de la Municipalidad de Santa Juana en la Estrategia Nacional de Residuos	37
6.2.4.	Aumento vida útil de los rellenos sanitarios.....	37
6.2.5.	Reducción de huella de carbono.....	38
6.3.	Canales	38
6.4.	Relaciones con los Clientes.....	39
6.5.	Fuentes de Ingreso.....	40
6.6.	Actividades Clave.....	41
6.7.	Recursos Clave.....	43
6.8.	Asociaciones.....	44
6.8.1.	Municipalidad de Santa Juana.....	44
6.8.2.	Organizaciones públicas, educativas y de la sociedad civil	45
6.8.3.	Organizaciones privadas.....	46
6.9.	Estructura de Costos.....	46
6.9.1.	Costos de operación en el recinto.....	46
6.9.2.	Costos por servicios.....	47
6.9.3.	Costos I+D.....	47
7.	Estudio de layout.....	49
8.	Evaluación Económica y Social	52
8.1.	Horizonte de Evaluación	52
8.2.	Proyección de la Generación de Residuos de la Comuna de Santa Juana.....	52
8.3.	Evaluación Económica.....	52
8.3.1.	Evaluación económica considerando fijos los valores de mercado.....	52
8.3.2.	Evaluación económica considerando la capacidad de la planta	53
8.3.3.	Análisis de sensibilidad.....	55
8.4.	Evaluación Social.....	56
9.	Conclusiones y Recomendaciones	57
10.	Referencias	61
11.	Anexos.....	65
11.1.	Descripción de la Iniciativa de Innovación Propuesta: Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana.....	65
11.2.	Antecedentes (Figuras y Tablas).....	67
11.3.	Antecedentes Legales de la Gestión de los RSM en Chile.....	71
11.4.	Resolución de Calificación Ambiental Centro Integral de Transferencia	73
11.5.	Funcionamiento Planta de Compostaje del CIT.....	74

11.6.	Siniestro 2023.....	82
11.7.	Datos de la Gestión de Residuos	95
11.8.	Datos Centro Integral de Transferencia.....	99
11.9.	Cotización de Compostadora/Volteadora de Oruga	101
11.10.	Cotización Camión Mercedes Benz AROCS 3342 K	106
11.11.	Proyección de la Generación de Residuos.....	111
11.12.	Flujos de Caja de la Evaluación Económica	112
11.12.1.	Flujos de caja considerando fijos los valores de mercado.....	112
11.12.2.	Flujos de caja considerando la capacidad de la planta de compostaje	129
11.13.	Análisis de Sensibilidad de la Evaluación Económica.....	141
11.14.	Flujos de caja de la Evaluación Social	145
11.14.1.	Flujos de caja considerando fijos los valores de mercado.....	145
11.14.2.	Flujos de caja considerando la capacidad de la planta de compostaje	158

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Toneladas dispuestas a CEMARC, comuna de Santa Juana.....	7
Tabla 3.2: Gastos gestión de residuos, Departamento de Aseo y Ornato Santa Juana.....	8
Tabla 3.3: Gastos en gestión de residuos, año 2022.....	8
Tabla 3.4: Parámetros fuera del rango recomendado por NCh 2880:2015	12
Tabla 3.5: Equipamiento del CIT para la elaboración de compost	15
Tabla 4.1: Toneladas dispuestas por la Municipalidad de Santa Juana al relleno sanitario CEMARC	17
Tabla 4.2: Proyección generación segregada anual de residuos comuna de Santa Juana	19
Tabla 4.3: Lista de empresas entrevistadas	20
Tabla 4.4: Lista de Municipios entrevistados.....	21
Tabla 4.5: Esquema del flujo de caja de la evaluación económica	26
Tabla 4.6: Esquema del flujo de caja costo ajustado a precio social.....	30
Tabla 7.1: Infraestructura y equipamiento requerido el área de compostaje.....	50
Tabla 7.2: Dimensiones de las pilas de compost con la nueva propuesta de layout.....	51
Tabla 8.1: Características de cada escenario considerando fijos los valores de mercado (pesos).....	53
Tabla 8.2: Resultados VAN privado considerando fijos los valores de mercado (pesos).....	53
Tabla 8.3: Toneladas a procesar considerando fijos los valores de mercado	53
Tabla 8.4: Resultados VAN privado (pesos)considerando la capacidad de la planta	54
Tabla 8.5: Características de cada escenario considerando la capacidad de la planta.....	54
Tabla 8.6: Toneladas a procesar considerando la capacidad de la planta.....	55
Tabla 8.7: VAN Privado (pesos) determinados para valores porcentuales	55
Tabla 8.8: Resultados VAN social (pesos) considerando fijos los valores de mercado.....	56
Tabla 8.9: Resultados VAN social (pesos) considerando la capacidad de la planta	56
Tabla 11.1: Sitios de disposición final activos, Región del Biobío.....	68
Tabla 11.2: Flota de camiones para la recolección de residuos, comuna de Santa Juana	69
Tabla 11.3: Coordenadas geográficas planta de compostaje.....	69
Tabla 11.4: Características de los contenedores entregados a las domicilios del programa de reciclaje	74
Tabla 11.5: Camiones para la recolección de residuos del programa de reciclaje, comuna de Santa Juana	75
Tabla 11.6: Beneficiarios de la entrega de compost, año 2022	80
Tabla 11.7: Residuos dispuesto por la comuna de Santa Juana a relleno sanitario, 2020-2023.....	95
Tabla 11.8: Vehículos usados para la gestión de residuos, Municipalidad de Santa Juana	96
Tabla 11.9: Costos vehículos usados para la gestión de residuos, Municipalidad de Santa Juana.....	96
Tabla 11.10: Mantenimiento vehículo VOLKSWAGEN YD1317-8, 2022.....	96
Tabla 11.11: Mantenimiento vehículo VOLKSWAGEN CZKL14-K, 2022	97
Tabla 11.12: Mantenimiento vehículo MERCEDES BENZ KPTT83-7, 2022	98

Tabla 11.13: Costos servicio de contratación para la gestión de residuos.....	98
Tabla 11.14: Toneladas de material organico recibidos en el CIT	99
Tabla 11.15: Costos servicio de contratación para operación en la planta de compostaje	100
Tabla 11.16: Costos operacionales planta de compostaje, 2023	100
Tabla 11.17: Proyección generación de residuos por año, comuna de Santa Juana, periodo 2024 - 2039	111
Tabla 11.18: Flujo de Caja Escenario 0 (Escenario Base)	112
Tabla 11.19: Flujo de Caja Escenario 1.....	113
Tabla 11.20: Flujo de Caja Escenario 2.....	115
Tabla 11.21: Flujo de Caja Escenario 3.....	117
Tabla 11.22: Flujo de Caja Escenario 4.....	119
Tabla 11.23: Flujo de Caja Escenario 5.....	121
Tabla 11.24: Flujo de Caja Escenario 6.....	123
Tabla 11.25: Flujo de Caja Escenario 7.....	125
Tabla 11.26: Flujo de Caja Escenario 8.....	127
Tabla 11.27: Flujo de Caja Escenario 3.....	129
Tabla 11.28: Flujo de Caja Escenario 4.....	131
Tabla 11.29: Flujo de Caja Escenario 5.....	133
Tabla 11.30: Flujo de Caja Escenario 6.....	135
Tabla 11.31: Flujo de Caja Escenario 7.....	137
Tabla 11.32: Flujo de Caja Escenario 8.....	139
Tabla 11.33: Análisis de Sensibilidad VAN Privado Escenario 7 Considerando la Capacidad de la Planta ..	141
Tabla 11.34: Análisis de Sensibilidad VAN Incremental Privado Escenario 7 Considerando la Capacidad de la Planta	143
Tabla 11.35: Flujo de Caja Escenario 0 (Escenario Base)	145
Tabla 11.36: Flujo de Caja Escenario 1 y 3.....	146
Tabla 11.37: Flujo de Caja Escenario 2 y 4.....	148
Tabla 11.38: Flujo de Caja Escenario 5.....	150
Tabla 11.39: Flujo de Caja Escenario 6.....	152
Tabla 11.40: Flujo de Caja Escenario 7.....	154
Tabla 11.41: Flujo de Caja Escenario 8.....	156
Tabla 11.42: Flujo de Caja Escenario 5.....	158
Tabla 11.43: Flujo de Caja Escenario 6.....	160
Tabla 11.44: Flujo de Caja Escenario 7.....	162
Tabla 11.45: Flujo de Caja Escenario 8.....	164

Índice de Figuras

Figura 3.1: Generación de residuos a nivel nacional (2015-2020).....	3
Figura 3.2: Evolución de la tasa nacional de valorización de residuos no peligrosos (2015-2020).....	4
Figura 3.3: Etapas del tratamiento de residuos en el CIT.....	11
Figura 3.4: Ingreso de materia orgánica al CIT en los últimos 4 años.....	12
Figura 6.1: Modelo CANVAS del Modelo de Negocios propuesto.....	48
Figura 7.1: Layout propuesto por la consultora CompostChile.....	49
Figura 7.2: Diseño y ubicación de las pilas de compostaje al interior del galpón de Compostaje.....	50
Figura 7.3: Layout propuesto para el área de compostaje, en centímetros.....	51
Figura 11.1: Valorización o reciclaje de residuos industriales (2015-2020).....	67
Figura 11.2: Valorización final de Residuos no peligrosos, porcentualmente, 2020.....	67
Figura 11.3: Sitos de disposición final, Región del Biobío.....	68
Figura 11.4 y 11.5: Ubicación de la comuna de Santa Juana.....	69
Figura 11.6: Planta de compostaje del Centro Integral de Transferencia, Santa Juana.....	70
Figura 11.7: Chipeadora de la planta de compostaje del CIT.....	77
Figura 11.8. Dimensiones promedio de las pilas de compostaje en la planta.....	77
Figura 11.9: Diagrama de flujo de las operaciones del CIT.....	81

Abreviaciones

CASEN: Caracterización Socioeconómica Nacional

CEMARC: Centro de Manejo de Residuos Concepción

CIREN: Centro de Información de Recursos Naturales

CIT: Centro Integral de Transferencia

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción

EMAS: Eco-Management and Audit Scheme

FIC: Fondo de Innovación para la Competitividad

FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional

FPA: Fondo de Protección Ambiental

FPR: Fondo para el Reciclaje

GEI: Gases de Efecto Invernadero

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

ISO: Internacional Organization for Standardization

I + D: Investigación y desarrollo

MDSF: Ministerio del Desarrollo Social y Familia

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

ONG: Organización no gubernamental

PLADECO: Plan de Desarrollo Comunal

PRODESAL: Programa de Desarrollo Local

RSA: Residuos sólidos asimilables

RSD: Residuos sólidos domiciliarios

RSDyA: Residuos sólidos domiciliarios y Asimilables

SCAM: Sistema de Certificación Ambiental Municipal

SEREMI: Secretarías Regionales Ministeriales

SERCOTEC: Servicio de Cooperación Técnica

SINIA: Sistema de Información Ambiental

SUBDERE: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

TAD: Tonelada Anuales Dispuesta en relleno sanitario

VAN: Valor Actual Neto

1. Introducción

La gestión de residuos sólidos domiciliarios (RDS) y asimilables de la Municipalidad de Santa Juana y con ello la construcción del Centro Integral de Transferencia (CIT), surgió como respuesta a la problemática de la gestión de residuos domiciliarios que enfrentaba la Municipalidad, ocasionada por el cierre del vertedero municipal de la comuna. Entre los problemas generados por la clausura se encuentra la aparición de microbasurales, largos trayectos a rellenos sanitarios con más de 4 horas de viaje (más de 90 kilómetros), y el incremento en el gasto de la gestión de los residuos.

Por su parte, el CIT se encuentra distante a 12 kilómetros del centro de Santa Juana, y en él se realizan actividades de valorización de residuos mediante compostaje de RSD y la venta de materiales como vidrio, envases plásticos, cartones, entre otros. La iniciativa, en conjunto con programas de educación ambiental que imparte el municipio, no solo ha logrado disminuir la cantidad de residuos que van hacia relleno sanitario, reducir la huella de carbono de la comuna, y eliminar la aparición de microbasurales; sino que además ha posicionado a la comuna como un referente a nivel nacional, apareciendo como un caso de éxito en la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, del Ministerio del Medio Ambiente (2021).

A pesar de los beneficios sociales que ha traído el CIT para la comuna de Santa Juana, actualmente presenta múltiples desafíos en lo operacional y económico. La planta de compostaje de Santa Juana tiene problemas técnicos con niveles de tratamiento por debajo de lo planeado, y sin lograr generar un compost de alta calidad. Más aún, con su modelo de funcionamiento la planta genera mayores gastos para el municipio, en donde para el año 2023 significó un costo extra para la Municipalidad de \$77 millones de pesos por sobre el gasto de la gestión tradicional de RSD enviados a un relleno sanitario.

En este contexto un equipo de la Universidad de Concepción se encuentra trabajando en un proyecto del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) llamado: “Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana”, Cód. BIP 40041188-0. La iniciativa tiene como objetivo a grandes rasgos mejorar la eficacia y eficiencia de las operaciones de la planta y la base tecnológica de sus procesos para así lograr generar un compost de mayor calidad, en mayores volúmenes, que sirva para la actividad agronómica de la comuna; y al mismo tiempo que se mejore el modelo económico de la planta para que esta puede llegar a ser autosuficiente económicamente.

Como parte de este proyecto FIC, el siguiente documento desarrollo parte del tercer componente de la iniciativa, el cual tiene como objetivo: “Diseñar modelo de negocios para planta de compostaje” (ver Anexo 1). Para ello se llevó a cabo un estudio, tanto de modelos de negocios de organizaciones privadas, como de municipalidades que trabajan en la valorización de residuos orgánicos. Luego de ello, con la información recabada se elaboró una propuesta de modelo que se ajustara a la realidad de la planta de compostaje de Santa Juana, esto dentro del marco de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040.

Finalmente, el modelo se evaluó tanto a nivel económico como social, para determinar si este es factible para que la planta logre la sustentabilidad económica y medir los beneficios sociales que traería a la comuna la propuesta.

2. Objetivos

El objetivo general del estudio es desarrollar y proponer un modelo de negocios para la valorización de residuos sólidos domiciliarios en el Centro Integral de Transferencia de la comuna de Santa Juana que le permita ser económicamente viable.

2.1. Objetivos Específicos

- I.** Estudiar estrategias de operación de instalaciones municipales y organizaciones privadas que valorizan residuos sólidos orgánicos.
- II.** Analizar implicancias económicas de distintas estrategias de operación de la planta compostaje de Santa Juana.
- III.** Evaluar los beneficios sociales para distintas estrategias de operación de la planta compostaje de Santa Juana.
- IV.** Proponer un modelo de negocios para la planta de compostaje de Santa Juana que permita lograr sustentabilidad económica.

3. Antecedentes

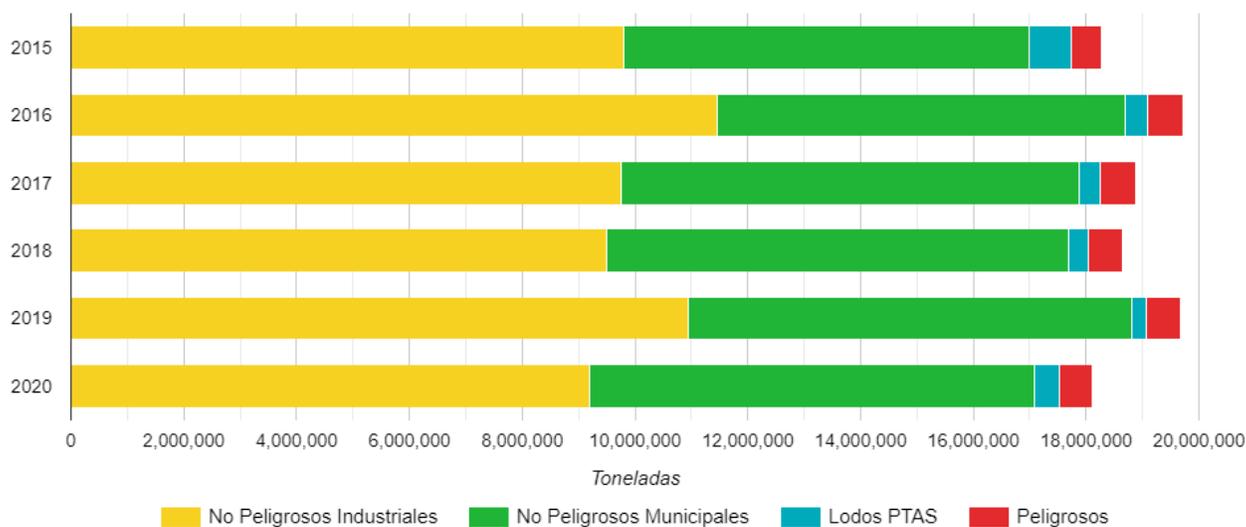
3.1.Contexto General

3.1.1. Gestión de los RSM en Chile

En Chile se cuentan con registros de la generación de residuos peligrosos desde el año 2005 por el Decreto 148 del Ministerio de Salud (Biblioteca del Congreso Nacional, 2004). Sin embargo, no se cuentan con registros diferenciados de la generación de distintos tipos de residuos sino a partir del año 2013, por el Decreto 1 del Ministerio del Medio Ambiente el año 2013 (Biblioteca del Congreso Nacional, 2018).

De acuerdo al reporte de SINIA (2022), entre los años 2015 y 2020 la generación de residuos en Chile se ha mantenido entre valores de entre los 18,0 y 19,8 millones de toneladas anuales, con una tasa de crecimiento interanual promedio cercana a 0 (ver Figura 3.1).

Figura 3.1: Generación de residuos a nivel nacional (2015-2020)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2022

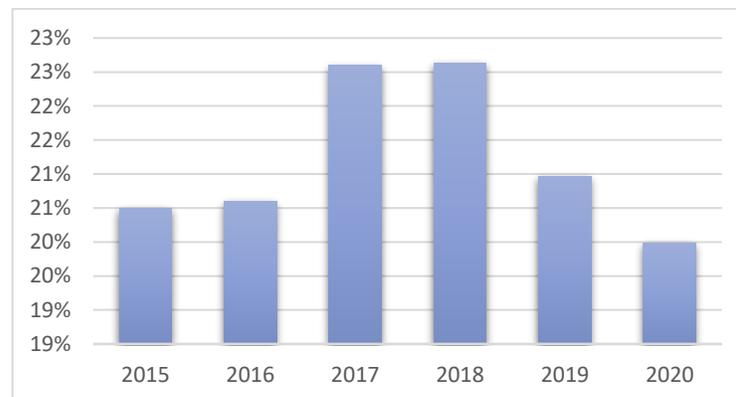
De la generación de residuos industriales no peligrosos, el año 2020 se registraron casi 9,2 millones de toneladas, de las cuales se registró que un 23% del total generado se valorizaron, lo que es igual a aproximadamente 2,1 millones de toneladas (ver Figura 11.1). El resto se ubicó en centros de disposición final (Ministerio del Medio Ambiente, 2022b).

Por otra parte, de los casi 7,9 millones de toneladas de residuos municipales no peligrosos generados el año 2020, se valorizaron 89 mil toneladas, un poco más del 1% del total registrado, y un 0.1% mayor al porcentaje del año 2019 (RETC, 2020); el resto se ubicó en centros de disposición final

(Ministerio del Medio Ambiente, 2022b). Las regiones con registros municipales de valorización de recursos son la Región de Valparaíso, Región Metropolitana, y la Región del Biobío; con un 6,5%, 0,8%, y 0,2% del total de sus residuos municipales generados, respectivamente.

En general, se tiene que en el país se valorizó el 19,9% del total de residuos no peligrosos generados el año 2020, una cifra menor a la de los 5 años anteriores (ver Figura 3.2). De los 3,4 millones de toneladas valorizadas, el 56% (1,9 millones de toneladas) recibieron tratamiento, los cuales principalmente fueron: 69% a reciclaje, 11% preparación para reutilización, 8% compostaje, y 7% a coprocesamiento (ver Figura 11.2). Específicamente sobre el compostaje, lo valorizado con este proceso fueron unas 160 mil toneladas, lo que se traduce en un 0,96% del total de residuos no peligrosos generados en el país. El 44% restante de los residuos valorizados fueron destinados a centros de acopio o instalaciones de almacenamiento y recepción.

Figura 3.2: Evolución de la tasa nacional de valorización de residuos no peligrosos (2015-2020)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2022

El detalle de los aspectos legales en cuanto a la valorización de residuos se explica en detalle en el Anexo 3.

3.1.2. Gestión de los RSM en la Región del Biobío

Según un informe de la SUBDERE emitido el 2019 (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2019) en la región del Biobío se contaba con 7 sitios de disposición final activos, 1 sitio cerrado y 1 planta de transferencia. Los 7 sitios activos se nombran en la Tabla 11.1, y su ubicación se puede apreciar en la Figura 11.3.

El 30 de abril del año 2023, el relleno sanitario de la empresa Hidronor S.A. ubicado en Copiulemu dejó de recibir residuos domiciliarios (González, 2023). Esto luego de que el Seremi de Salud del Biobío rechazara la apelación de la empresa Hidronor para continuar con sus operaciones en su

planta de residuos domiciliarios de la comuna de Florida, luego de que esta alcanzara su capacidad máxima (Cooperativa.Cl, 2023; Valencia, 2022).

Las comunas más afectadas por el cierre de Hidronor fueron las comunas de Lota, Florida, Hualpén y Talcahuano. El viernes 21 de abril de 2023, se firmó un convenio entre el Gobierno Regional del Biobío, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y los municipios afectados por el cierre. El objetivo era traspasar recursos públicos, por un valor total de 2 mil 700 millones de pesos, a estos últimos como medida de solución a la problemática de los residuos domiciliarios. Sin embargo, no se proporcionó un lugar específico para la recepción de estos residuos (Salgado, 2023a). Actualmente, las comunas de Talcahuano y Hualpén llevan sus residuos domiciliarios hasta el relleno sanitario de Ecobio en la región de Nuble, el cual se encuentra a más de 100 kilómetros de distancia de ambas comunas (Hidronor se hallaba a aproximadamente 19 kilómetros de distancia de ambos municipios), y que dejaría de operar el año 2034 (Salgado, 2023b; Ahumada, 2023; Bio Bio, 2023).

En otro caso, el año 2022 se registró que el relleno sanitario CEMARC S.A., ubicado en la comuna de Penco ya habría ocupado un 67% de su capacidad, y que estaría operando hasta febrero de 2025 (Concepción, 2022). En la actualidad CEMARC S.A. recibe los residuos de las comunas de Concepción, Coronel, Chiguayante, Hualqui, Penco, San Pedro de la Paz, Santa Juana y Tome.

A pesar de la situación crítica del manejo de residuos en la región, Blas Araneda Cea, Jefe de Departamento Gestión Territorial en Gobierno Regional del Biobío, señala que actualmente no hay un lugar definido para la instalación de un nuevo vertedero. En cambio, el gobierno regional está enfocado en financiar proyectos relacionados con el compostaje, reciclaje y generación de energía a partir de la basura (Concepción, 2022).

3.2. Antecedentes de la Comuna de Santa Juana

3.2.1. Datos generales

La comuna de Santa Juana está ubicada en la provincia de Concepción, VIII Región del Biobío, zona central de Chile, con una superficie de $731,2 \text{ km}^2$ (ver Figura 11.4 y 11.5). Según el Censo realizado el año 2017, la comuna contaba con una población de 13.749 habitantes, con una proyección para el año 2023 de 14.870 habitantes; lo cual representaría el 0,88% de la población de la región, y el 0,07% de la población del país. De la poblacional total proyectada para el 2023, 10.850 corresponderían a población urbana, y 4.020 a población rural; con una densidad poblacional de 20,34 habitantes por km^2 (BCN. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2023).

En un informe de la Universidad del Bio-Bio del año 2012, del Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) para la comuna de Santa Juana, indica que las principales actividades productivas de la comuna son las relacionadas al área agrícola, forestal, comercio y servicios (Universidad del Bio-Bío, 2012).

El área agrícola está enfocada principalmente para el autoconsumo y producción de excedentes para la venta. Aquí se destaca el Programa de Desarrollo Local (PRODESAL), que ha ayudado a decenas de familias de la comuna a pasar de una agricultura de subsistencia, a una que permite la comercialización de productos en ferias libres en las comunas de Lota, Coronel, Concepción, y Laja principalmente. Sin embargo, dada las condiciones geográficas, características del suelo y la falta de agua, el desarrollo de esta actividad se ve en gran parte limitada, solo permitiendo ventas menores. A pesar de lo mencionado, la agricultura representa una de las principales actividades productivas de la comuna (Universidad del Bio-Bío, 2012). Los productos más típicos son:

- Productos agrícolas: Cereales, papas, frutas, orégano, hortalizas, frutillas y flores
- Productos de campo: Mermeladas, miel y vino

Otra actividad relevante es la actividad forestal, en donde se encuentran grandes empresas del sector silvícola como Forestal Arauco y Mininco; y es una importante fuente de empleos para los habitantes de la zona. No obstante, esta actividad genera varias consecuencias para la comuna como lo son la reducción de espacios para la actividad agrícola, pérdida de bosques nativos, degradación de las propiedades del suelo, escases hídrica, y aumento de riesgo por incendios forestales.

Por su parte, el sector de comercio y servicios se constituye principalmente por pequeños establecimientos comerciales, la mayoría de ellos microempresas familiares. En su mayoría, casi un 70%, corresponden a almacenes de distintos productos de uso y consumo doméstico, y no generan grandes ingresos (Universidad del Bio-Bío, 2012). En segundo lugar, se encuentran servicios de alojamiento, restauración y amenidades, que representan un 24,41% de este sector.

3.2.2. Gestión de los residuos sólidos municipales en la comuna de Santa Juana

Desde el año 2005, la Municipalidad de Santa Juana transporta y dispone los RSD generados en la comuna al relleno sanitario CEMARC, el cual se ubica en la comuna de Penco, Región del Biobío. En los últimos años la generación de RSD en la comuna se encuentra entre las 300 y 400 toneladas mensuales (ver Tabla 3.1).

Para la gestión de residuos en la comuna, el municipio cuenta con 3 camiones para su recolección (ver Tabla 11.2). El calendario de recolección corresponde lunes y jueves al sector rural de la comuna, en donde se utilizan 2 camiones; y martes y viernes al sector urbano, en donde se utilizan los 3 camiones. Cada camión tiene una capacidad de carga de entre 10 a 11 toneladas. Según información proveniente de Gustavo Montoya, profesional de apoyo del departamento de medio ambiente de la Municipalidad de Santa Juana, la cantidad actual de camiones no es suficiente para recolectar todos los residuos del sector urbano de la comuna. Por ello, se ven en la obligación de usar un cuarto camión de propiedad del municipio, el cual no está adaptado para la recolección de residuos. La Municipalidad se encuentra evaluando la posibilidad de adquirir un cuarto camión para la gestión de residuos, o programar otro día de la semana para la recolección en el sector urbano.

Tabla 3.1: Toneladas dispuestas a CEMARC, comuna de Santa Juana

	Año 2020		Año 2021		Año 2022	
	Toneladas	Costo	Toneladas	Costo	Toneladas	Costo
Total	3.849,64	\$46.195.680	4.624,19	\$62.430.634	4.474,25	\$63.981.775
Promedio	320,80	\$3.849.640	385,35	\$5.202.553	372,85	\$5.331.815

Fuente: Elaboración Propia

El servicio de gestión de residuos en la comuna se realiza mediante la subcontratación de la empresa Patricio Alejandro Guzmán Campos. El municipio subcontrata a esta empresa para varias tareas relacionadas a actividades de aseo y ornato como lo es la limpieza de áreas verdes, limpieza de espacios públicos, transporte de carga, etc. En los subcontratos se facilita el servicio de mano de obra para dichas labores. Para las actividades de gestión de residuos orgánicos a relleno sanitario la empresa facilita el personal que realiza las labores de manejo de camiones y recolección de residuos en la comuna. Luego, una vez terminado el recorrido, debe transportar la carga hasta el relleno sanitario CEMARC, para finalmente traer el camión de vuelta al municipio. El costo del contrato mensual, durante el año 2023 para la disposición de RSD a CEMARC fue de \$7.603.590.

En lo que respecta al costo por tonelada para la recepción residuos en el relleno sanitario CEMARC, se revisan cada año. El costo del año 2020 fue de \$12.000, los años 2021 y 2022 de \$14.300, y el año 2023 de \$20.230. Este valor ha ido incrementado dada la demanda por los servicios de CEMARC en la región, como también por el aumento en los costos de operación del relleno; y por lo tanto se puede esperar que este siga incrementando con los años.

Otros costos claves relacionados a la gestión de residuos son los que corresponden a combustible, mantención y reparación de los camiones recolectores. En lo que corresponde al combustible los tres camiones utilizados consumen petróleo Diesel; y su rendimiento promedio es de 2,5 km/lit en el caso

de los camiones Volkswagen, y de 3,0 km/lt para el camión Mercedes. En total el gasto de combustible de los 3 camiones durante el año 2022 fue de \$39.471.762 (ver Tabla 3.2).

Debido a la gran carga de trabajo a la que son sometidos los vehículos, estos son frecuentemente llevados a mantención para reparación de ruedas, cambio de manguera hidráulica, reparación de frenos, cambio de luces, engrase, etc. (ver Tabla 3.3).

Tabla 3.2: Gastos gestión de residuos, Departamento de Aseo y Ornato Santa Juana

Patente	Marca	Gasto Petróleo Diesel	Gasto Mantención y Reparaciones
YD 13 17 - 8	Volkswagen	\$7.120.698	\$3.053.902
CZ KL 14 - K	Volkswagen	\$13.571.281	\$7.094.813
KP TT 83 - K	Mercedes-Benz	\$18.779.782	\$6.734.982
Total		\$39.471.761	\$16.883.697

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se tiene que, durante el año 2022 el gasto en ítems clave para las actividades de gestión de residuos municipales fue de \$120.337.233 (ver Tabla 3.3); esto sin contar el costo de la subcontratación de los servicios de la empresa Patricio Alejandro Guzmán Campos para el servicio de recolección, el cual el año 2022 fue de \$63.981.775.

Tabla 3.3: Gastos en gestión de residuos, año 2022

Ítem	Monto	Porcentaje
CEMARC	\$63.981.775	53%
Combustible	\$39.471.761	33%
Mantención y Reparaciones	\$16.883.697	14%
Subtotal	\$120.337.233	65%
Contratación de servicios	\$63.981.775	35%
Total	\$184.319.008	-

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Antecedentes del CIT

El año 2019 se inauguró en la comuna de Santa Juana el Centro Integral de Transferencia (CIT), ubicado en el sector Chivicura. Este se encuentra distante a 10 km dirección este de la ciudad de Santa Juana (ver Tabla 11.3 y Figura 11.6), en el camino a Tanahullín (Ruta O-88). Este proyecto de la Municipalidad de Santa Juana tiene como objetivos fundamentales la reducción del volumen de residuos llevadas a relleno sanitario, a través de la revalorización de los RSD de la comuna. Entre una de sus metas se encontraba el alcanzar a reciclar los residuos orgánicos del 80% de las viviendas de la zona urbana, lo cual equivale al 34% de todos los residuos orgánicos generados en la comuna.

El lugar de construcción de la planta corresponde al antiguo vertedero de la comuna de Santa Juana, el cual cerró oficialmente en febrero de 2012.

El centro tiene una superficie total de 15.000 metros cuadrados (m²), que consta con un área para la transferencia de residuos (3.410 m²), un área de reciclaje de residuos (500 m²), un área para el pesaje de camiones; y un área para el compostaje (2.860 m²) (ver Figura 11.6). También se cuenta en el recinto con vías de circulación, oficinas de administración y servicios, una cortina vegetal de 10 metros alrededor de todo el perímetro del predio, y un área de estacionamientos.

En la planta se pueden manejar, según indica la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Centro Integral de Transferencia (Servicio de Evaluación Ambiental, 2014), los siguientes tipos de residuos:

- a. **Residuos Sólidos Domiciliarios:** Todos aquellos generados por viviendas, tanto urbanas y rurales, con un carácter domestico
- b. **Residuos Sólidos Comerciales:** Residuos generados principalmente por actividades comerciales de oficinas, mercados, talleres y otros. Generalmente son de naturaleza similar a los residuos sólidos domiciliarios.
- c. **Residuos Voluminosos:** Estos incluyen restos de escombros, jardines y podas, y artículos voluminosos de desuso. Estos desechos se manipulan en conjunto con otros residuos domésticos y comerciales.

El centro no tiene permitido el manejo de residuos peligrosos, es decir aquellos incluidos en el D.S N° 148/03 Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos.

En lo que corresponde específicamente al área de compostaje, este cuenta con un galpón techado de 65 x 35 x 8 metros (Largo x Ancho x Alto) en donde se realizan las principales actividades operacionales. El suelo de la infraestructura es de hormigón y la edificación cuenta con un sistema de recolección de líquidos, esto con el fin de evitar que los lixiviados provenientes de los residuos se filtren en el terreno. Las paredes del recinto son de hormigón, cuenta con ventanas a lo largo de sus muros; y la altura del techo de la entrada de vehículos al galpón es de 6 metros. Dentro de la zona de compostaje se cuenta con distintas áreas que cumplen distintos propósitos:

- Área de recepción de residuos: La cual a su vez se divide en 3 sectores: maniobra de camión, zona de recepción de residuos y preparación de residuos.
- Trituradora
- Área de compostaje
- Área de Maduración
- Área de pre - acondicionamiento

- Estanque de acumulación de líquidos percolados o lixiviados
- Despacho

Se estima que el proyecto en su totalidad tendrá una vida útil de 20 años, hasta el año 2039, en donde la infraestructura sería desmantelada (ver Anexo 4).

Desde el comienzo de sus funciones, en el CIT se encargan del programa de reciclaje de la comuna, la cual se puede dividir en dos ramas de trabajo. Por una parte, se realiza la recolección de residuos domiciliarios reciclables dentro de la comuna como los son: Vidrios, papeles, cartones, envases de Tetrapak, envases de PET, y envases de aluminio. Todos estos son reducidos y acumulados en la zona de reciclaje del CIT, para más tarde ser vendidos a empresas especializadas en el reciclaje de estos materiales. La segunda rama se encarga de la recolección de residuos orgánicos domiciliarios, lo que considera materia orgánica seca (restos de poda y ramas) y materia orgánica fresca (restos de comida de origen vegetal) los cuales son sometidos a un proceso de compostaje en el galpón del CIT para así convertirlos en compost de alta calidad.

En lo que respecta a los residuos orgánicos, el CIT se hizo cargo durante los años 2020, 2021 y 2022 solo del 11%, 10% y 11% del total de residuos orgánicos generados en la comuna respectivamente, menos de un tercio del objetivo planteado por el municipio. Es importante destacar que, debido a varios problemas y dificultades externas, el programa de reciclaje de la comuna se ha visto impedido de poder funcionar a plena capacidad y sin obstrucciones en ningún año desde su inicio. Eventos como la pandemia del Covid-19, y el incendio forestal que afectó a la comuna el año 2023 ha reducido o de plano detenido por completo el funcionamiento del CIT y por tanto del programa de reciclaje. El único año que los funcionarios del municipio reportan que hubo un funcionamiento relativamente normal durante el año 2022, con una participación del 25% de los domicilios del sector urbano de la comuna. Es a causa de esto último que se utilizaron los datos del año 2022 como referencia principal para la mayoría de los cálculos y estimaciones de costos de la planta de compostaje del CIT.

3.3.1. Funcionamiento de la planta de compostaje del CIT

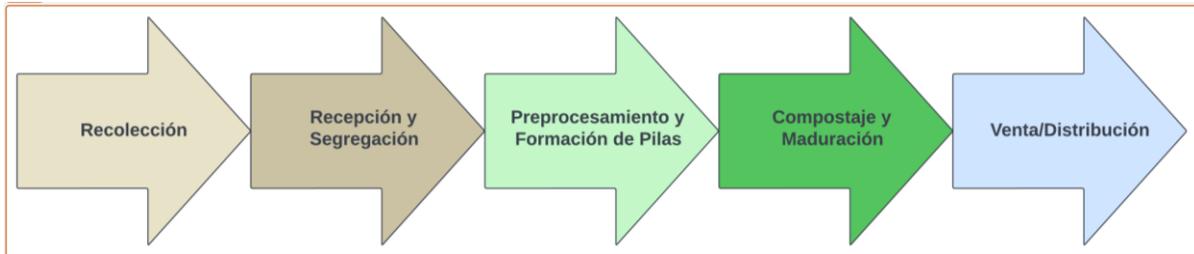
Desde su inauguración el año 2019, las actividades operacionales para el tratamiento de residuos se pueden resumir como se muestra en las Figuras 3.3 y 11.9. El tratamiento de residuos en el CIT, principalmente en el área de compostaje, se agruparon en 5 etapas, las cuales son:

1. Recolección de los residuos

2. Recepción y segregación de los residuos
3. Preprocesamiento y formación de pilas
4. Compostaje y maduración
5. Venta / distribución

La explicación en detalle de cada una de estas actividades se encuentra en el Anexo 5.

Figura 3.3: Etapas del tratamiento de residuos en el CIT



Fuente: Elaboración Propia

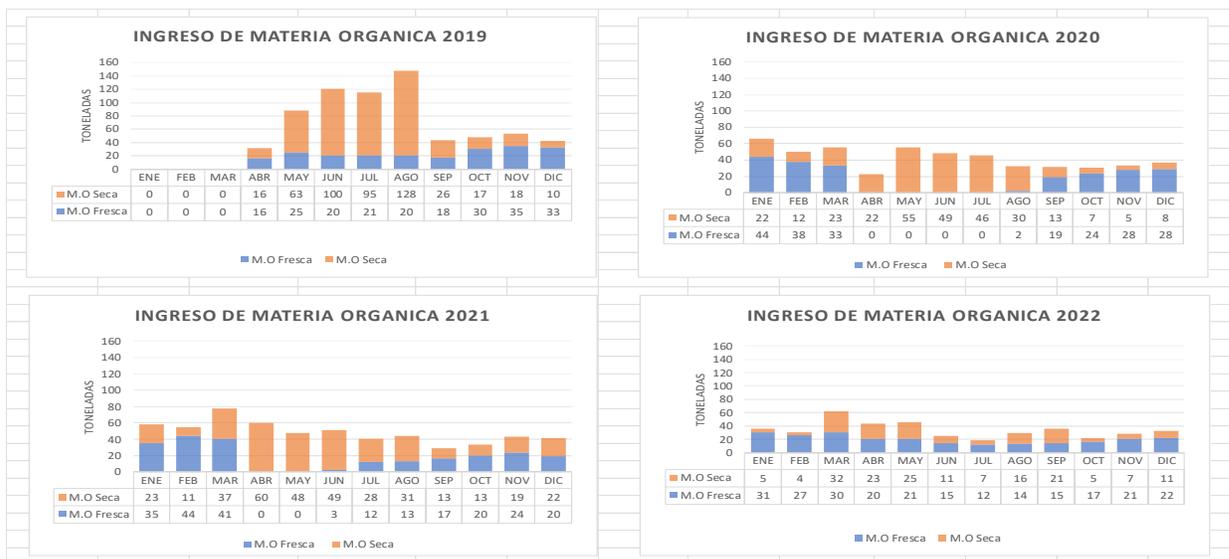
De los cuatro años de funcionamiento de la planta de los que se tienen datos, se puede observar que los meses de mayores ingresos de materia orgánica fresca ocurren entre los meses de noviembre y febrero, mientras que los meses de mayor ingreso de materia orgánica seca ocurren entre abril y julio (ver Figura 3.4). No obstante, es necesario volver a destacar aquí que el CIT no ha logrado funcionar con normalidad en casi ningún año desde su inicio de actividades el año 2019 debido a varios percances externos, exceptuando el año 2022, por lo que no es posible sacar conclusiones que sean fidedignas de los registros históricos de los ingresos de materia orgánica fresca.

A pesar de estos obstáculos, se ha mantenido un participación constante en el programa de reciclaje de la comuna de entre un 20 a 25% de los domicilios de la zona urbana, lo que se traduce en unos niveles de ingreso de entre 216 a 243 toneladas de material orgánico fresco al año. Si bien esto se encuentra por debajo del objetivo del municipio de abarcar con el programa el 80% de los domicilios, ha permitido mantener activo durante los últimos 4 años las actividades de compostaje en el CIT.

Por otra parte, de los registros de material orgánico seco, se observa que los meses de mayor ingreso ocurren a mediados de año, entre abril y agosto. Estas fechas coinciden con la limpieza de rutas y terrenos de otoño e invierno. Sin embargo, los niveles de ingreso varían considerablemente cada año, con ingresos de 354 toneladas en 2021, mientras que en 2022 ingresaron 168 toneladas. Por ello no se puede depender solo de los ingresos de material orgánico seco proveniente de la limpieza de áreas verdes de la comuna para proveer a la planta de compostaje. Esta debería ser complementada

con otras fuentes como residuos de empresas enfocadas en la mantención de áreas verdes, forestales, o residuos secos de comunas vecinas a Santa Juana; de forma de asegurar un suministro más estable y constante de material orgánico seco.

Figura 3.4: Ingreso de materia orgánica al CIT en los últimos 4 años



Fuente: Dirección del Centro Integral de Transferencia, 2023

3.3.2. Resultados del diagnóstico técnico a la planta de compostaje

Como parte del proyecto FIC se realizó un estudio de las pilas de compost para determinar la calidad del compost. Para ello se comparó los resultados obtenidos del compost producido en la planta con los rangos que se indican en la norma chilena del compost, NCh 2880:2015. Los parámetros que se detectaron que salían de la norma se pueden ver en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4: Parámetros fuera del rango recomendado por NCh 2880:2015

Parámetro	Norma Ch 2880:2015	Compost planta de S. J
Humedad	30 – 45%	17-31%
pH	5,0 – 8,5	7,9-9,0
Relación NH ₄ /NO ₃	≤3	≤77
Germinación de rábanos (%)	≥80	26-79%.

Fuente: Proyecto FIC Cód. BIP 40041188-0, 2023

De los resultados se observa que el compost elaborado en la planta no cumple con los requisitos para considerarse un fertilizante maduro. Lo más significativo es la relación amonio/nitrato (NH₄/NO₃) la cual indica que las pilas no se oxigenan correctamente y que por tanto la descomposición aeróbica no se da en las partes más profundas, ocasionado que en su lugar halla una descomposición anaeróbica la cual genera amonio, un gas toxico para los seres vivos si se encuentra presente en grandes cantidades. La falta de oxígeno puede ocasionarse debido al tamaño de las pilas, las cuales

tiene dimensiones superiores a lo recomendado en la literatura, en donde el tamaño recomendado para este tipo de tratamiento suele ser de 2 m de ancho, 1,5 m de altura y 3 m de largo aproximadamente (Kreith & Tchobanoglous, 2002). Un tamaño superior a las recomendadas puede ocasionar que se dificulte la aireación interna de las pilas, a menos que estas se volteen con una mayor frecuencia para compensar.

Otra causa puede ser la falta de fuentes constantes de carbono y nitrógeno para la formación de las pilas, y es que el ingreso de material orgánico fresco (fuente de Nitrógeno mayoritariamente) y material orgánico seco (fuente de Carbono mayoritariamente) ha sido irregular durante los 4 años, dificultando el mantener la proporción de 20 a 25 partes de carbono por 1 de nitrógeno que recomienda la literatura para la formación de pilas (Kreith & Tchobanoglous, 2002); y en su lugar estas se forman con el material que se tiene disponible en planta, empobreciendo de esta manera la calidad del proceso de degradación.

Igualmente, el estudio reveló que el material no era completamente homogéneo, lo que implica deficiencias en el triturado y tamizado de los residuos, lo que también puede terminar dificultando la aireación interna de las pilas.

Otra razón que puede estar ocasionado la baja actividad bacteriana aeróbica es la falta de humedad, ya que la ausencia de esta inhibe la actividad bacteriana, por ello se recomienda durante el proceso de compostaje mantener un nivel de humedad entre 45 a 50% (Kreith & Tchobanoglous, 2002).

Por otra parte, el resultado de las pruebas de germinación de rábanos muestra que el compost producido en la planta tiene una pobre calidad agronómica. Esto último puede explicarse como una consecuencia de los altos niveles de amonio en el fertilizante, ya que este compuesto es tóxico para el crecimiento de las plantas. De igual forma, el pH básico del compost puede deberse debido a los niveles de amoníaco, ya que este es una base fuerte.

Hasta el momento, año 2023, no existen protocolos ni manuales de operaciones por escrito oficiales de una clara metodología de trabajo para la elaboración de compost utilizando residuos orgánicos, ni tampoco se cuenta con parámetros claros para realizar controles de calidad del proceso. Actualmente en el CIT siguen únicamente las recomendaciones entregadas por la empresa GeoCiclos en capacitaciones realizadas por licitación, además de la experiencia que han ganado los trabajadores responsables de planta por el medio del autoaprendizaje y la experiencia obtenida.

3.3.3. Siniestro de Febrero del año 2023

El año 2023, a inicios del mes de febrero, un gran incendio forestal afecto a varias comunas de la región del Biobío, incluyendo la comuna de Santa Juana; entre los lugares afectados se encuentra el CIT (Lara, 2023).

En un primer reporte llevado a cabo por trabajadores de la Municipalidad de Santa Juana que incluía a la encargada de planta, Sra. Ana Carrasco, reporto que el galpón de compostaje presenta daños en sus cubiertas laterales y en algunos pilares; pero que no hubo daños que comprometieran la infraestructura. No obstante, hubo pérdida de equipamiento, y el siniestro dejo en evidencia algunas fallas y carencias en las instalaciones, como lo es un sistema de aireación ineficiente, falta de un sistema que proporcione agua a la planta; y faltas de accesos de entra y salida al galpón. A modo de ejemplo, el fuego del incendio alcanzo a las pilas de compost, las cuales hicieron combustión, dejando completamente inservible el compost que había dentro del galpón.

La combustión de las pilas por otra parte libero gases tóxicos como metano y amonio, los cuales al no haber un sistema de aireación en las partes más profundas del edificio se acumularon, haciendo toxico el ingreso a la planta durante los primeros días tras haber ocurrido el incendio.

Finalmente, ninguna de las maquinas que se utilizan para el tratamiento de los residuos resulto dañada en el siniestro. Más información de esto en el Anexo 6.

3.3.4. Equipamiento actual en la planta

En la Tabla 3.5 se enlista la maquinaria y equipamiento principal con la que se cuenta en el CIT para la elaboración de compost.

También se solía tener en la planta contenedores con capacidad de 1.500 litros, una manguera de regadío, y algunas herramientas manuales, pero gran parte de estas se quemaron durante el siniestro ocurrido en febrero.

3.3.5. Proyecto FIC

El 18 de abril del año 2022 un equipo de la Universidad de Concepción presento una propuesta para la postulación al Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). El nombre de la iniciativa es Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana, Cód. BIP 40041188-0; la Directora del proyecto es la Dra. Patricia González Sánchez, y el coordinador es el Sr. Hugo Valeria Leal.

La iniciativa busca mejorar la eficacia de las operaciones de la planta y la base tecnología de sus procesos para así generar un compost de mayor calidad, y en mayores volúmenes que sirva para la actividad agronómica; al mismo tiempo que se mejora el modelo económico de la planta para que esta puede llegar a ser económicamente autosuficiente. El proyecto se enmarca en la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, cuyo objetivo es llegar a valorizar hasta el 66% de los residuos orgánicos a nivel municipal para el año 2040. La iniciativa se espera que también sea de beneficio para los micro, pequeños y medianos agricultores de la comuna de Santa Juana, asociados al PRODESAL que tendrán acceso a un compost barato y de alta calidad, al mismo tiempo que se mejora la gestión de residuos de la comuna.

El proyecto divide los problemas críticos a resolver en cuatro componentes, los cuales son:

1. Mejorar el sistema de control de procesos y aireación.
2. Determinar las características físico-químicas y atributos agronómicos del compost.
3. Diseñar modelo de negocios para planta de compostaje.
4. Capacitar y difundir la tecnología de compostaje y usos del abono orgánico.

Este documento está relacionado al tercer componente, diseño y propuesta de un modelo de negocios que le permita a la planta alcanzar la sustentabilidad económica (ver Anexo 1).

Tabla 3.5: Equipamiento del CIT para la elaboración de compost

Elemento	Unidades
Chipeadora Vermeer XL 1000	1
Cargador Frontal John Deere 444k	1
Grúa horquilla	1
Pala mezcladora	1
Bins acopiar RSD	10
Torre y estanque de agua	1

Fuente: Elaboración Propia

4. Metodología

4.1. Proyección de la Generación de Residuos en la Comuna de Santa Juana

Entre los propósitos que debe cumplir la planta del CIT se encuentra la recepción y el posterior reciclaje de RSD que generan las viviendas del sector urbano de la comuna de Santa Juana. Estos residuos son utilizados en la planta como uno de los componentes para la elaboración de compost de alta calidad, por lo que es necesario determinar la proyección de RSD en la comuna para lograr el primer objetivo específico del proyecto. La metodología utilizada para ello fue la indicada por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2020) en la Guía para la Formulación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos del Fondo para el Reciclaje, junto con los datos proporcionados por la Municipalidad de Santa Juana.

Para el cálculo de la demanda actual y proyectada se siguieron los siguientes pasos:

- **Paso 1:** Determinación de la cantidad actual de residuos generados.
- **Paso 2:** Proyección de la cantidad de residuos generados.
- **Paso 3:** Determinación de la cantidad actual de residuos valorizables.
- **Paso 4:** Proyección de la cantidad de residuos valorizables.

Paso 1: Determinación de la cantidad actual de residuos generados.

La cantidad actual de residuos se obtuvo del departamento de Aseo y Ornato de la Municipalidad de Santa Juana, la cual facilitó la información del registro de toneladas mensuales que depositaron en el Centro de Manejo de Residuos Concepción (CEMARC), ubicado en la comuna de Penco, durante los años 2020, 2021 y 2022. También entregó los datos de RSD ingresados al CIT durante los mismos años (ver Tabla 4.1 y Anexos 7 y 8). La producción global de residuos per-cápita se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$PPC \left(\frac{kg}{\frac{persona}{día}} \right) = \frac{TAD \left(\frac{ton}{año} \right) * 1000 \left(\frac{kg}{ton} \right)}{P(personas) * 365 \left(\frac{días}{año} \right)} \quad (1)$$

Donde:

PPC: es la producción per cápita de residuos

TAD: es el total de toneladas anuales dispuestas en el relleno sanitario existente

P: es la población total atendida por el servicio de recolección y disposición final

La producción per cápita obtenida para la comuna de Santa Juana el año 2022 fue de 0,90 kg/habitante/día.

Tabla 4.1: Toneladas dispuestas por la Municipalidad de Santa Juana al relleno sanitario CEMARC

Año	Toneladas Dispuestas
2020	4.167,57
2021	5.016,55
2022	4.893,52

Fuente: Departamento de Aseo y Ornato, Municipalidad de Santa Juana, 2023

Paso 2: Proyección de la cantidad de residuos generados.

A partir de la información anterior se proyectó la generación de residuos en el horizonte de evaluación del proyecto, el cual es de 20 años, y cuyo inicio de operaciones fue el año 2019 (ver Anexo 4). Para ello, se consideró el crecimiento esperado de la población, como también el crecimiento esperado en el uso de la infraestructura. Según el MDSF (2020), se deben emplear las proyecciones de población a nivel comunal del INE a partir del censo 2017 para determinar el crecimiento poblacional. Sin embargo, dichas proyecciones solo llegan hasta el año 2035, por ello para los últimos 4 años se utilizó la metodología reportada por Cabrera (2018) para proyectar la población de estos últimos años. Cabe destacar que, según los datos del INE se estima que la población de Santa Juana se reducirá a partir del año 2030, por esta razón se empleó dicho período como año base, y junto con los datos del año 2035 para calcular la tasa de crecimiento intercensal (r) empleando la Ecuación (2).

$$P_t = P_0(1 + r)^t \quad (2)$$

Donde:

P_t : Población en el año t

P_0 : Población en el año base

r : Tasa de crecimiento intercensal

t : Número de años entre el año base (año cero) y el año t

De esta manera resulta, $r = -9,17E-4$, la cual se empleó para determinar la población para los años 2036 hasta el 2039. Seguido de ello, se calculó la proyección de la producción de residuos per cápita mediante el uso de la Ecuación (3), que proporciona el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2020).

$$PPC_t = PPC_{t-1}(1 + g) \quad (3)$$

Donde:

PPC_t : es la producción per cápita de residuos correspondiente al año t

g : es la tasa de crecimiento media anual sugerida

Por sugerencia del documento del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (2020) se trabajó con la tasa de crecimiento media anual sugerida, la cual es de 1,8%.

Luego, el total de residuos generados por año se proyectó utilizando la Ecuación (4).

$$TAD_t = [PPC_t * f * P_t] * 365 \quad (4)$$

Donde:

TAD_t : es el total de toneladas de residuos generados en el año t

P_t : es la población total atendida por el servicio de recolección y disposición final al año t

f : es la proporción de la población en el año base

Existen viviendas en Santa Juana apartadas del sector urbano o de alguna población de la comuna, a las cuales no llega el servicio de recolección de residuos público. Sin embargo, estos son casos aislados y cuya proporción es muy baja en comparación a la población que sí tiene acceso al servicio de recolección de residuos, por ello se asumió que $f = 100\%$.

Paso 3: Determinación de la cantidad actual de residuos valorizables.

Para el siguiente paso se desarrolló la estimación de residuos en base al informe del Servicio de Evaluación Ambiental (2014) para la calificación ambiental del proyecto, en donde se tiene la proyección de generación segregada estimada de residuos de la comuna (ver Tabla 4.2 y Anexo 4). Mediante la ecuación (5) se calculó la cantidad de residuos valorizables en la actualidad. Cabe destacar que, el Centro Integral de Transferencia (CIT) recibe residuos orgánicos, papeles y cartones, plásticos, vidrios, entre otros residuos para su posterior reciclaje. Para los intereses de este estudio solo se trabajó con los datos de material orgánico que se reciben en la planta de compostaje.

$$TAD_t^j = TAD_t * k_j \quad (4)$$

Donde:

TAD_t^j : es el total de toneladas generadas en el año t por tipo de residuo j

k_j : es la fracción del residuo tipo j en una tonelada de residuos mixtos

Tabla 4.2: Proyección generación segregada anual de residuos comuna de Santa Juana

	Orgánicos	Papel y Cartón	Plásticos	Vidrio	Otros
Fracción	47%	7%	10%	3%	34%

Fuente: Departamento de Aseo y Ornato de la Municipalidad de Santa Juana, 2014

Paso 4: Proyección de la cantidad de residuos valorizables.

Debido a que no se cuenta con antecedentes de cambios de los hábitos de consumo de los residentes de Santa Juana, se decidió considerar constante la composición de los residuos orgánicos generados para el periodo de estudio 2024-2039. Como se mencionó en el paso 3, solo se trabajó con los datos de material orgánico que se reciben en la planta de compostaje.

4.2. Propuesta de Modelo de Negocios

Para el desarrollo del modelo de negocios se utilizó el modelo CANVAS, para así diseñar un sistema que resaltara los valores y fortalezas de la propuesta. Esta metodología fue desarrollada por Osterwalder y Pigneur (2011) y permite desarrollar, visualizar y evaluar modelos de negocios nuevos o existentes; además de desarrollar un esquema del modelo de negocio el cual permite facilitar su visualización. En la sección del modelo de negocios se explica cada uno de los componentes del modelo, entre ellos:

- i. Clientes (Segmentación):** Identificación de los tipos de clientes a los que se enfocara el negocio. Es necesario para la segmentación comprender el comportamiento del consumidor (Como piensa, que desea, que necesita, cuáles son sus dolores o aspectos sin resolver).
- ii. Propuesta de Valor:** Esto describe a los productos y/o servicios que ofrece la empresa que satisfacen las necesidades de sus clientes, el motivo por el cual la clientela elige estos por sobre la competencia. Como se distingue la organización de sus competidores.
- iii. Canales:** Medios que tiene la organización para hacer llegar la propuesta de valor a sus clientes. La estrategia puede incluir diferentes tipos de canales de distribución como canales propios y/o canales a través de distribuidores.
- iv. Relaciones con los Clientes:** Identificación del tipo de relación que se pretende construir con los segmentos de clientes, la participación que tendrán en la propuesta de valor y la coherencia de esta relación con la comunicación y el posicionamiento de la marca.
- v. Fuentes de Ingreso:** Como genera ingresos la propuesta de valor para ser rentable. Estos pueden ser por ventas, suscripciones, pago por servicio, etc.
- vi. Actividades Clave:** Estrategias únicas del negocio para entregar las propuestas de valor.

- vii. **Recursos Clave:** Activos estratégicos, ya sean físicos, intelectuales, financieros o humanos; que tiene el negocio para competir y realizar las actividades clave.
- viii. **Asociaciones:** Alianzas con socios para resolver necesidades del negocio, o aportar recursos que harán más eficiente el modelo de negocio.
- ix. **Estructura de Costos:** Principales generadores de costos. Estos consideran economías de escala, costos constantes y variables.

Como base para la construcción del modelo de negocios, se utilizó en parte la información obtenida de los modelos de trabajo de 6 empresas relacionadas con la elaboración de compost y biofertilizantes a partir del reciclaje de materia orgánica proveniente de residuos de industrias, y/o de domicilios particulares. Las empresas estudiadas y las respectivas personas entrevistadas fueron:

Tabla 4.3: Lista de empresas entrevistadas

Empresa	Entrevistado	Cargo
Armony Sustentable	José Manuel Rivera	Gerente
	Pedro García	Gerente agrícola
	Martine Oddou	Gerente proyectos
BioCompost4	Alan Oplustil	Gerente de Operaciones
Namuntu Lombriclub	Constanza Zapata Flores	Fundadora
Liquen Austral	Alejandro Yacuzzi	Gerente Administración
Vinicas Economía Circular	Ricardo Bobadilla	Gerente Agronegocios
ZeroCorp	Joaquín Letelier	Gerente de Operaciones

Fuente: Elaboración Propia

También se utilizó como base información recopilada durante la gira tecnológica realizada por el equipo del proyecto FIC Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana, Cód. BIP 40041188-0; en donde se visitaron diversas municipalidades para estudiar sus esquemas de trabajo. Los municipios visitados, y las respectivas personas entrevistas para la recopilación de información aparecen en la Tabla 4.4.

Además, se utilizó la información entregada por la consultora CompostChile (2023a), consistente en un estudio de mercado del compost en Santa Juana y zonas aledañas a esta comuna, para detectar actores clave en la región. Los servicios de esta consultora fueron contratados como parte del proyecto FIC Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana.

Finalmente, el modelo de negocios presentado se elaboró tomando en consideración que la Municipalidad de Santa Juana actualmente terceriza el servicio de administración y operación de la

planta de compostaje a un privado, opción propuesta también por la consultora CompostChile en su informe. No obstante, el modelo propuesto puede ser modificado para tomar un escenario donde la planta se pueda operar y administrar directamente por la Municipalidad.

Tabla 4.4: Lista de Municipios entrevistados

Municipio	Fecha Visita	Entrevistado	Cargo
La Pintana	04 de Julio, 2023	Matías Negrete	Encargado Educación Ambiental
San Antonio	05 de Julio, 2023	Francisco Valenzuela	Administrador Municipal
		Karen Valenzuela	Professional DIMAO
Viña del Mar	06 de Julio, 2023	Bárbara Hernández	Coordinadora parques y jardines
		Diego Guerra	Apoyo técnico planta compost
		Pablo Gavilán	Encargado programa reciclaje
		Daniela Ruiz	Coordinadora proyectos
		Cristian Orellana	Programa reciclaje

Fuente: Elaboración Propia

La información de los modelos de negocios de organizaciones privadas y municipalidades se obtuvo de los estudios realizados por Aedo (2023a) y Aedo (2023b). Mientras, el estudio de mercado fue realizado por la consultora CompostChile (2023a).

4.3.Propuesta de layout

Como parte del proyecto FIC Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana, Cód. BIP 40041188-0, se contrató los servicios de la consultora en Educación y Gestión Ambiental CompostChile (2023b). Entre uno de los servicios contratados a esta empresa se encuentra la propuesta de un plan de mejora para la planta de compostaje, en el cual viene un planteamiento de las ubicaciones y dimensiones de cada una de las áreas de trabajo y sus actividades correspondientes.

Para la propuesta de layout se siguieron las recomendaciones hechas por la consultora. No obstante, se plantea una alternativa distinta a la distribución de las pilas de compostaje dentro del área de compostaje para aprovechar de mejor manera dicho espacio, reemplazando la propuesta de la consultora en el uso de un tractor con pala y marcha superlenta (1,5 km/h) Landini DT 8860, y de una volteadora de compost CIMA Savard 3 m. En su lugar se presenta el uso de una compostadora/volteadora de oruga cotizada a la empresa China Zhengzhou Shunxin Engineering, y junto con ello una distribución distinta dentro del galpón de Compostaje de la planta. Información sobre la compostadora/volteadora de oruga se encuentra en el Anexo 9.

4.4. Evaluación Económica y Social

Para identificar en cuales escenarios, en base al modelo de negocios propuesto, la planta de compostaje alcanza el objetivo de ser económicamente sustentable, se evaluaron distintas opciones, en donde las principales variables con las que se trabajaron fueron: toneladas de residuos orgánicos que entran a la planta, ingresos por la venta de compost; e ingresos por el cobro de recepción de residuos orgánicos a organizaciones privadas.

Para la evaluación económica, se realizó para cada escenario un flujo de caja que incluye tanto los costos de operación de la planta de compostaje y los costos de la gestión residuos de la Municipalidad de Santa Juana. Se desarrollo de esta forma para así considerar como varían los costos de la gestión de residuos en cada escenario, y analizar si se justifica o no la operación de la planta en cada escenario.

Se consideró un escenario base (Escenario 0) sin planta de compostaje para así estudiar cuales serían los costos de la gestión de residuos para Municipalidad de Santa Juana en el horizonte de evaluación en dicho escenario, y así aplicarlo como referencia de comparación. De igual forma, se consideró un escenario (Escenario 1) para conocer cuáles serían los costos para el municipio en el horizonte de evaluación si la planta de compostaje continuara operando con modelo actual a plena capacidad, valorizando los residuos orgánicos del 80% de los domicilios de la zona urbana de la ciudad de Santa Juana, para de igual forma usarlo como referente de comparación respecto al modelo propuesto. De esta forma en total se evaluaron 9 escenarios de operación de la planta de compostaje, los cuales fueron los siguientes:

- A. **Escenario 0:** Escenario base (sin funcionamiento de la planta de compostaje). Considera la compra de un camión recolector nuevo para la gestión de residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios autorizados.
- B. **Escenario 1:** Escenario con planta de compostaje y sin ingresos económicos (cobros de retiro o venta de compost). Recepción del 34% de los residuos orgánicos de la comuna (equivalente al generado por el 80% de los domicilios de la zona urbana). Considera la compra de un camión recolector nuevo para la gestión de residuos sólidos municipales.
- C. **Escenario 2:** Escenario con planta de compostaje y sin ingresos económicos (cobros de retiro o venta de compost). Recepción del 80% de los residuos orgánicos de la comuna.

- D. **Escenario 3:** Escenario con planta de compostaje, e ingresos económicos por venta de compost (venta del 70% de compost producido a partir de los residuos sólidos orgánicos de la comuna). Recepción del 34% de los residuos orgánicos de la comuna (equivalente al generado por el 80% de los domicilios de la zona urbana). Considera la compra de un camión recolector nuevo para la gestión de los residuos municipales.
- E. **Escenario 4:** Escenario con planta de compostaje, e ingresos por venta de compost (venta del 80% del compost producido a partir de los residuos orgánicos de la comuna). Recepción del 80% de los residuos orgánicos de la comuna.
- F. **Escenario 5:** Escenario con planta de compostaje, e ingresos por recepción de residuos sólidos orgánicos. Recepción del 34% de los residuos orgánicos generados en la comuna de Santa Juana (equivalente al generado por el 80% de los domicilios de la zona urbana). Considera la compra de un camión recolector nuevo para la gestión residuos municipales.
- G. **Escenario 6:** Escenario con planta de compostaje, e ingresos por recepción residuos sólidos orgánicos. Recepción del 80% de los residuos orgánicos de la comuna.
- H. **Escenario 7:** Escenario con planta de compostaje, e ingresos por recepción residuos sólidos orgánicos y venta de compost (venta del 80% del compost producido a partir de los residuos orgánicos de la comuna). Recepción del 34% de los residuos orgánicos de la comuna (equivalente al generado por el 80% de los domicilios de la zona urbana). Considera la compra de un camión recolector nuevo para la gestión residuos municipales.
- I. **Escenario 8:** Escenario con planta de compostaje, e ingresos por recepción residuos orgánicos y venta de compost (venta del 80% del compost producido a partir de los residuos orgánicos de la comuna). Recepción del 80% de los residuos orgánicos de la comuna.

En base a las variables establecidas, en cada escenario se estimó el valor de otras variables como lo son el uso de combustible, mantención de vehículos, costo en personal, entre otros. Adicionalmente, se consideró en algunos escenarios una recepción del 34% de los residuos sólidos orgánicos generados en la comuna (lo cual es equivalente al generado por el 80% de los domicilios de la zona urbana); y en otros el 80% de los residuos sólidos orgánicos generados en la comuna de Santa Juana. Esto se hizo de manera de estudiar como varían los costos de gestión de residuos según la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje.

Los ingresos clave identificados para la evaluación económica fueron:

- a) **Venta de compost:** El abono orgánico elaborado en base a los residuos orgánicos que se reciben en la planta de compostaje se comercializa para su venta en el mercado. En ningún escenario se consideró la venta del 100% del producto, pues siempre se tomó en cuenta que un porcentaje de entre el 20 a 30% del compost generado a partir de los residuos sólidos de la comuna iría de forma gratuita para los beneficiarios del programa de reciclaje, y para los agricultores del programa PRODESAL.

Como durante el año 2022 se entregaron casi 80 toneladas de compost de forma gratuita a estos dos grupos, se consideró para los escenarios 3 y 7 una venta del 70% del compost generado, mientras que para los escenarios 4 y 8 se consideró una venta del 80% del compost generado; esto para conseguir valores similares a los alcanzados durante el año 2022 en la entrega de compost de forma gratuita.

Se tomó como referencia el valor de un saco de compost de 25 kg de la marca Rosario Armony Sustentable, cuyo valor de venta es de \$6.000 (con IVA) (Organika, 2022).

- b) **Cobro por recepción de residuos sólidos orgánicos de privados:** Considera un cobro a organizaciones privadas por la recepción de sus residuos sólidos de origen orgánico en la planta de compostaje. Para el cálculo del flujo de caja se consideró el valor de mercado que paga la Municipalidad de Santa Juana por disponer sus residuos en el relleno sanitario CEMARC, el cual el año 2023 fue de \$20.230 por tonelada. A partir de ese valor, se decidió utilizar uno menor que fuera así más atractivo que el de la competencia. De esta manera se consideró una tarifa de recepción de residuos sólidos orgánicos de \$15.000 por tonelada.

Por otra parte, los costos fijos clave identificados son:

- c) **Costos de personal:** Costos por la contratación de personal para operar la planta de compostaje, y para la gestión de residuos de la comuna de Santa Juana. Siguiendo las indicaciones realizadas por la empresa consultora CompostChile (2023b), se estimó que la cantidad de personal necesario para realizar las operaciones de la planta son 5 operarios.
- d) **Costos operativos fijos:** Gastos necesarios para la ejecución de las operaciones en la planta y que su costo no varía con la cantidad de toneladas de residuos orgánicos procesados. Esto incluye materiales de oficina, artículos de limpieza, control de vectores, electricidad para iluminación, entre otros.

Los costos variables clave identificados son:

- e) **Costos de disposición:** Costo de disposición de RSD que paga la Municipalidad de Santa Juana en un relleno sanitario. El municipio desde el año 2005 hasta el año 2023 ha dejado sus residuos en el relleno Sanitario CEMARC (Comuna de Penco), en donde el costo de recepción de los RDS el año 2023 fue de \$20.230 por tonelada.
- f) **Costo combustible:** Costo por el combustible (petróleo Diesel) que utilizan tanto los vehículos de la planta de compostaje, y los camiones recolectores para la gestión de residuos en la comuna. Se utilizó el precio del petróleo Diesel registrado el 25 de agosto de 2023, el cual fue de \$1.031 por litro.
- g) **Costos mantención:** Costo por la mantención de maquinaria de la planta de compostaje, y de los camiones recolectores para la gestión de residuos. Este se determinó como un costo variable dado que los vehículos requieren mayor mantención mientras mayor es su uso. Se asumió que este costo crece de forma lineal según el uso de la maquinaria y los vehículos.
- h) **Costos neumáticos:** Costo por el cambio de neumáticos de los vehículos de la planta de compostaje, y de los camiones recolectores para la gestión de residuos en la comuna. Se determinó que el cambio de neumáticos se realizara cada 30 mil kilómetros.
- i) **Costos lubricantes:** Costo por el cambio de lubricantes para los vehículos de la planta de compostaje, y de los camiones recolectores para la gestión de residuos en la comuna. Se determinó que el cambio de lubricantes se realizara cada 10 mil kilómetros.
- j) **Costos operativos variables:** Gastos necesarios para la ejecución de las operaciones en la planta y que su costo varía con la cantidad de toneladas de residuos procesados en la planta.

Finalmente, en cuanto a inversión inicial se consideró la compra de:

- k) **Compostadora/volteadora de oruga:** cotizada a la empresa China Zhengzhou Shunxin Engineering a un valor de \$10.825 (sin IVA) dólares estadounidenses, el cual a la fecha de redacción (12 de diciembre de 2023) se encontraba a un valor de \$880 pesos chilenos (SII, | Servicio de Impuestos Internos, 2023). Más detalles de la compostadora en el Anexo 9.

- l) **Camión recolector:** Cotizado a la empresa Kaufmann con un valor de \$218.917 (más IVA) dólares estadounidenses, el cual a la fecha de redacción (12 de diciembre de 2023) se encontraba a un valor de \$880 pesos chilenos (SII, Servicio de Impuestos Internos, 2023). Más detalles del camión en el Anexo 10.

De esta forma el esquema del flujo de caja quedo de la siguiente manera:

Tabla 4.5: Esquema del flujo de caja de la evaluación económica

Año	
Beneficios generados por la planta de compostaje	
Recepción de residuos orgánicos	+
Venta sacos de compost	+
Costos operativos planta de compostaje	
Costos contratación de personal	-
Costo combustible	-
Costos mantención de vehículos	-
Costo neumáticos	-
Costo lubricantes	-
Costos operativos fijos:	-
Costos operativos variables:	-
Costos gestión de residuos Municipales	
Costos por disposición	-
Costos contratación de personal	-
Costo combustible	-
Costos mantención de vehículos	-
Costo neumáticos	-
Costo lubricantes	-
Otros costos	
Inversión en camión recolector	-
Inversión en compostadora	-
Flujo de caja neto	Σ

Fuente: Elaboración Propia

Toda la información sobre los costos operativos de la planta de compostaje y de la gestión de residuos se obtuvieron directamente de funcionarios de la Municipalidad de Santa Juana; principalmente por parte de la Sra. Ana Carrasco, encargada de la Planta Integrada de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios; y del Sr. Claudio Garrido, Jefe de Medio Ambiente y Sustentabilidad. Dichos datos se pueden encontrar en los Anexos 7 y 8.

Entre algunas consideraciones que se tuvo para la medición de los costos se tiene que debido a la falta de información sobre el rendimiento y capacidad de carga de los 2 vehículos utilizados para la recolección de RSD que se dirigen a la planta de compostaje, se utilizó como referencia para ambos los valores de un camión utilizado en la gestión de residuos, específicamente un camión Mercedes-

Benz, modelo AXOR 3131 K, año 2018. Se tomó como referencia de este vehículo su rendimiento, costos de mantención, costos de neumáticos y lubricantes; y de consumo de combustible.

Otra consideración fue que debido a que no se puede diferenciar las mantenciones realizadas a los vehículos originadas por desgaste, mal uso, o accidentes; todas se promediaron por igual para obtener así un promedio de mantención por kilómetro de cada vehículo.

Entre algunas limitaciones para la evaluación económica se encuentra que, debido a la falta de información detallada en la distancia recorrida por los camiones dentro de la comuna, y junto con ello su consumo de combustible, el uso de horas de cada máquina en la planta, su rendimiento y necesidades de mantención, entre otros datos; hizo que en muchos casos se tuviera que generalizar o considerar fijos algunos costos para poder calcular los gastos anuales. No obstante, el tener estos datos permitiría tener un modelo más exacto, pero no cambiaría la tendencia en los resultados.

Un caso particular es el consumo de agua para el riego de las pilas. La planta en sus 5 años de funcionamiento se ha abastecido de agua por medio de camiones aljibes, y no cuenta con un registro del consumo de agua utilizado cada año. Por lo que no fue posible calcular cuánta agua se necesita por cada tonelada procesada. Además, a la fecha de elaborado este trabajo, la Municipalidad de Santa Juana se encuentra evaluando la construcción de un pozo seco para poder abastecer de agua a la planta, y el evaluar si es rentable o no dicho proyecto escaparía de los parámetros de este trabajo.

Para el cálculo de costos se consideró el agua como un gasto fijo. Sin embargo, un estudio a mayor detalle podría considerar la cantidad agua necesaria para las operaciones de la planta, dado que el consumo de agua para el compostaje depende de varios factores como lo son el tipo de tratamiento, condiciones climáticas, aireación de las pilas, controles de calidad, entre otros. Más detalles sobre los datos de los costos se encuentran en los Anexos 7 y 8.

Una vez obtenido el flujo de caja de cada período se calculó la rentabilidad de cada escenario por medio del cálculo del Valor Actual Neto (VAN) por medio de la formula (5):

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^T \frac{FBC_t}{(1+i)^t} + \frac{VR}{(1+i)^t} \quad (5)$$

Donde:

VAN: Valor actual neto del proyecto

I_0 : Inversión Inicial

FBC_t : Flujo de beneficios y costos del año t

i : Tasa de descuento

t : Horizonte de evaluación del proyecto

VR : Valor residual del proyecto al final de su vida útil

La tasa de descuento utilizada fue la publicada por el MDSF, en el Informe Precios Sociales 2023; el cual para i es del 6%. Para facilitar los cálculos se dejó el valor VR como 0.

Se consideró que el proyecto es económicamente autosustentable si el valor $VAN = 0$, y por tanto la planta de compostaje genera ahorros y beneficios suficientes como para costear, tanto los costos que genera la planta, como los costos de la gestión de residuos. Si el $VAN < 0$, el proyecto genera más costos que beneficios económicos, y por lo tanto, su operación debe ser subsidiada. Para los escenarios 5, 6, 7 y 8 se utilizó la herramienta Solver de Excel para calcular la cantidad necesaria de residuos que se necesitan para que el VAN llegue a 0. Se referirá al VAN relacionado con factibilidad económica del proyecto como VAN privado o VAN_p .

Es importante destacar que, se decidió que la construcción de las pilas de compostaje sería en un porcentaje 1:1 (en cuanto al peso) para el material orgánico fresco y el material orgánico seco, esto siguiendo las recomendaciones de la consultora CompostChile (2023b). Es por ello que, en cuanto a los niveles de ingreso de material orgánico a la planta se consideró que esta sería de igual entre en el material orgánico fresco y el material orgánico seco; en otras palabras, si ingresaron 3.000 ton a la planta en un año, 1.500 ton corresponden a material orgánico fresco, mientras que el resto sería material orgánico seco. Las fuentes de material orgánico y seco se obtendrán tanto de los RSD de la comuna de Santa Juana, como de organizaciones públicas y privadas; y de otros municipios de la región del Biobío.

Posteriormente a la evaluación económica, a cada escenario se le realizó una evaluación social, siguiendo una metodología similar al cálculo del VAN privado, construyendo un flujo de caja de los costos sociales. Entre los beneficios sociales claves que genera la planta se tienen:

- a) **Ahorro de emisiones de CO_2 equivalente:** Ahorro generado por evitar llevar residuos orgánicos a relleno sanitario que en su lugar son valorizados en la planta de compostaje. Esto

se traduce en una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que ocurren en el relleno sanitario. Para el cálculo de cantidad de gases generados en cada escenario se utilizó la herramienta LandGEM de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (*Emissions Estimation Tools, US EPA, 2023*). Se calculó únicamente el beneficio social de las emisiones de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) derivados de las emisiones evitadas en el relleno sanitario.

Mientras que los costos corregidos a precios sociales fueron:

- b) **Precio social de las emisiones de CO_2 :** Precio social generado por las emisiones de GEI de los RSD de la comuna de Santa Juana que son depositados a relleno sanitario. Para el cálculo de cantidad de gases generados en cada escenario se hizo uso de la herramienta LandGEM de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (*Emissions Estimation Tools, US EPA, 2023*). Se calculó únicamente el beneficio social de las emisiones de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) derivados de las emisiones evitadas en el relleno sanitario.
- c) **Combustible Diésel:** Precio social del petróleo Diésel utilizado por los vehículos de la gestión de residuos, y de la planta de compostaje.
- d) **Neumáticos:** Precio social de los neumáticos considerados en los cambios de neumáticos para los vehículos de la gestión de residuos, y de la planta de compostaje.
- e) **Lubricantes:** Precio social de lubricantes generado por el cambio de lubricantes utilizados por los vehículos de la gestión de residuos, y de la planta de compostaje.
- f) **Mantención de vehículos:** Precio social por la mantención de vehículos los utilizados en la gestión de residuos, y de la planta de compostaje.

De esta manera el esquema del flujo de caja social de casa escenario quedo de la siguiente manera:

Tabla 4.6: Esquema del flujo de caja costo ajustado a precio social

Año	
Beneficios Sociales	
Ahorro de emisiones de CO_2 equivalente	+
Costos Sociales de las operaciones de la Planta de Compostaje	
Costo Social Petróleo Diésel	-
Costo Social Petróleo Diesel en Emisiones de CO_2	-
Costos Social Neumáticos	-
Costos Social Lubricantes	-
Costo Social Mantenición de Vehículos	-
Costos Sociales de la Gestión de Residuos Municipales	
Costos emisiones de CO_2 equivalente:	-
Costo Social Petróleo Diésel:	-
Costo Social Petróleo Diesel en Emisiones de CO_2	-
Costos Social Neumáticos	-
Costos Social Lubricantes	-
Costo Social Mantenición de Vehículos	-
Flujo de Caja Social Neto	Σ

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido el flujo de caja del período se calculó la rentabilidad de cada escenario por medio del cálculo del (VAN) por medio de la formula (5).

Se considera que el proyecto genera un beneficio social si el valor del *VAN* obtenido es menor al valor del *VAN* del escenario base (Escenario 1). Se referirá al *VAN* relacionado con el costo social del proyecto como *VAN* social o VAN_s . La tasa de descuento utilizada fue la publicada por el MDSF, en el Informe Precios Sociales 2023; el cual para *i* es del 6%.

El valor de los costos sociales se obtuvo del Informe Precios Sociales 2023 del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2023); y se consideró el índice GWP (Global Warming Potential) cuyo valor es de $25 \text{ ton } CO_2 / \text{ton } CH_4$.

5. Modelos de Negocios

Para la elaboración de un modelo de negocios que permita a la planta de compostaje alcanzar su objetivo de ser económicamente autosustentable, se tomó como referencia lo aprendido durante un estudio previo desarrollado en base a empresas privadas; como también la información recopilada de las municipalidades estudiadas durante la gira tecnológica realizada por el equipo del proyecto FIC Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana.

5.1.Observaciones Clave a Empresas Privadas

Entre los apuntes a destacar obtenidos del estudio a empresas privadas para el desarrollo del modelo de negocios, se tienen:

- a) Para generar un compost y/o un biofertilizante de alta calidad, utilizando residuos orgánicos como principal materia prima, las empresas han diseñado recetas específicas para así garantizar productos con un alto valor agregado. Estas recetas se han perfeccionado con el tiempo, probando distintas concentraciones de las materias primas, y analizando las características y propiedades del producto final; esto con el fin de saber cuál es su aporte nutricional y estructural en actividades agrícolas.
- b) Entre las actividades y estrategias más importantes para la producción de compost y biofertilizantes de alta calidad se encuentran un estricto control de calidad de los procesos de producción, análisis cada cierto periodo de tiempo de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de sus productos; y la gestión ambiental.
- c) Los clientes se pueden separar en dos grupos principales: Empresas e instituciones que reciben sus residuos; y compradores de biofertilizantes.
- d) Las fuentes de ingreso de las empresas provienen del servicio de recepción de residuos orgánicos derivados de empresas e instituciones; y de la venta de compost y otros biofertilizantes. Esta última fuente de ingreso es la que genera el mayor margen de utilidades para las empresas que se especializan en la venta de productos de alta calidad dado su alto valor agregado (Armony y Liquen Austral); mientras mayor la especialización de los productos, mayor es el margen de utilidad.
- e) Para atraer nuevos clientes las actividades de Lobby son una parte fundamental para las empresas; mientras que para mantener buenas relaciones y garantizar las satisfacciones de los clientes ya establecidos, mantener una buena logística es la prioridad.
- f) Varias empresas con el fin de aumentar su capacidad de procesamiento de residuos orgánicos, al mismo tiempo que incrementan su producción de fertilizantes, han ido abandonando el compostaje tradicional, o directamente plantearon sus operaciones, a favor de técnicas de compostaje y tratamiento de residuos orgánicos más modernas e innovadoras, como por ejemplo compostaje con aireación forzada, lombricultura, o compostaje con el uso de enzimas. Dichas técnicas no solo traen el beneficio de incrementar la producción, sino que

además las empresas no deben incurrir en inversiones para ampliar sus plantas y sus actividades, sino que en el mismo espacio pueden procesar una mayor cantidad de residuos con menos personal.

- g) Entre los costos clave se encuentran: compra de combustible, precio por el transporte del flete, arriendo de maquinaria, y sueldo a los trabajadores.
- h) Para las empresas en donde la venta de productos de alto agregado es fundamental, como Armony y Liquen Austral, la inversión en I+D es otra parte clave de sus actividades clave, pues esto les permite producir biofertilizantes cada vez más específicos para las necesidades de sus clientes.

5.2.Observaciones Clave a Municipalidades

Entre los apuntes a destacar obtenidos del estudio a las municipalidades para el desarrollo del modelo de negocio, se tienen:

- a) Las municipalidades de Viña del Mar y de San Antonio realizan compostaje por medio de pilas de volteo, esto ya que es un método que no requiere de una gran inversión inicial y es sencillo de operar. La Municipalidad de la Pintana realizaba compostaje de manera similar, sin embargo, debido al aumento en la cantidad de residuos orgánicos a tratar y a la imposibilidad de ampliar sus operaciones han pasado a realizar compostaje por medio de aireación forzada.
- b) El mayor beneficio económico que generan los programas e iniciativas de tratamiento de residuos orgánicos por medio de compostaje es el ahorro de recursos públicos en la gestión de residuos. Por otra parte, también se generan ahorros al disminuir el gasto en material como tierra de hoja para el cuidado de áreas verdes públicas, y en su lugar se ocupa el compost que elaboran. Tanto la Municipalidad de Viña del Mar como de San Antonio esperan que con sus nuevas plantas de mayor capacidad puedan generar suficiente compost para realizar planes de recuperación de áreas verdes y de reforestación.
- c) En el plano social, estos programas ayudan en la reducción de la generación de GEI.
- d) Los tres municipios tercerizan el servicio de recolección a domicilios de los residuos orgánicos, ya que les es más eficiente y seguro que este servicio lo realice un privado.
- e) Para los tres municipios una actividad clave es la separación de los residuos en el origen, es decir en los domicilios y en las ferias. De esta forma no tienen que realizar gastos en tener

que separar los residuos, al mismo tiempo que esto facilita que el compost cumpla con los estándares que exige la norma chilena del compost.

- f) Otra actividad clave son los programas de educación ambiental municipales a la población. Estos ayudan a concientizar a la población sobre la importancia del reciclaje, el cuidado de las áreas verdes, y promoviendo a que participen activamente en sus programas.
- g) En la actualidad la única comuna que genera ingresos con sus actividades de compostaje es la Municipalidad de San Antonio, la cual tiene la capacidad de entregar sacos con compost como un servicio por medio de una ordenanza municipal. Sin embargo, esta no genera ingresos significativos dado que entregan pocos sacos al año por medio de este servicio. Tienen proyecciones de que con su nueva planta sean capaces de generar suficiente compost como para costear sus costos operacionales. Además, se encuentran en planeación de poder cobrar a privados por el servicio de recepción de sus residuos orgánicos en su planta.

Es importante destacar que en los tres municipios estudiados el inicio de los programas de tratamiento de residuos orgánicos responde a la necesidad de resolver la problemática de la gestión de residuos en dichas comunas, cuyo costo económico por el traslado y recepción a vertederos o rellenos sanitarios es cada vez mayor, como también su impacto negativo al medio ambiente. Es por ello que, ninguno de los tres municipios tiene un enfoque en la generación de compost de alta calidad o que sus plantas sean económicamente autosustentables, sino que su objetivo es el tratamiento de residuos orgánicos de manera sustentable con el medio ambiente, y que sean eficientes económicamente.

6. Propuesta de Modelo de Negocio

A continuación, se presenta una propuesta de modelo de negocio para la operación de la planta de compostaje del Municipio de Santa Juana describiendo cada uno de sus componentes.

6.1. Clientes (Segmentación)

Los clientes del servicio que ofrece la planta de compostaje del Municipio de Santa Juana se dividen principalmente en tres grupos: Por un lado, se encuentra el grupo favorecido por el servicio de retiro de residuos sólidos orgánicos o residuos sólidos asimilables (RSA), como municipalidades (incluido Santa Juana), vecinos de la comuna de Santa Juana, negocios, empresas (industrias) e instituciones. A ellos se les entrega una solución para la disposición adecuada de sus residuos compuestos por materia orgánica.

El segundo grupo que está compuesto por todos aquellos interesados en adquirir el compost generado en la planta para uso propio. Es decir, quienes recibirán el producto (compost y sus derivados) de alta calidad generado a partir del proceso de tratamiento de la materia orgánica.

El tercer grupo de clientes estará compuesto por instituciones educativas, agricultores y vecinos de la comuna de Santa Juana quienes podrán acceder a educación ambiental y asesoramiento por parte del municipio y/u operadores de la planta de compostaje

6.1.1. Beneficiados del servicio de retiro de residuos orgánicos y residuos sólidos asimilables (RSA)

En cuanto a los beneficiarios del servicio de retiro de residuos orgánicos y RSA, éstos se pueden dividir en dos subgrupos. Por un parte, están aquellos beneficiados que no se les cobrará por el retiro y/o recepción de los residuos orgánicos, entre los cuales se encuentran el Municipio de Santa Juana, los vecinos de la comuna de Santa Juana, e instituciones públicas (escuelas, liceos, etc.) de la comuna de Santa Juana.

El segundo subgrupo está compuesto por entidades que colaboren en la recepción y retiro de materia orgánica y RSA, entre ellos; feriantes establecidos, negocios e instituciones de beneficencia (dependiendo del tamaño de la actividad económica y su localización).

El funcionamiento de la planta de compost beneficiaria principalmente a: la Municipalidad de Santa Juana, los vecinos de la comuna, las instituciones públicas y de beneficencia. Esto apoyaría y mejoraría la sostenibilidad de la gestión de sus residuos, permitiendo un funcionamiento continuo de la planta de compost, alcanzando así proyectar una ampliación de sus operaciones para extender su servicio a la recepción de residuos orgánicos de empresas y otras municipalidades circundantes, posicionando a la Comuna de Santa Juana como líder regional en materia de gestión sustentable de residuos.

Cabe señalar que, actualmente la planta de compostaje de Santa Juana solo tiene permiso para recepcionar residuos orgánicos de origen vegetal. Por lo tanto, el tipo de organizaciones de las que se le podría hacer recibo de sus residuos serian principalmente de los sectores de la agroindustria, forestales, procesadoras de frutas y verduras (packing), cereales, aceites y manipuladores de alimentos (casinos) mientras los residuos orgánicos sean de origen vegetal. También se puede considerar residuos provenientes de podas y limpieza de rastrojos.

Una posible ampliación de la cobertura de recepción de materia orgánica en la planta de compostaje de Santa Juana podría ser la recepción de materia orgánica de origen animal, lo cual le permitiría igualmente incluir a los sectores agropecuarios (pesqueras, lácteos y crianza de animales).

6.1.2. Receptores de compost

Entre los clientes, correspondiente a los receptores del compost elaborado en la planta de compostaje de Santa Juana, se encontraría el Municipio de Santa Juana, instituciones, vecinos de la comuna, negocios y empresas del sector de la pequeña y mediana agroindustria, viveros, e intermediarios y empresas de retail que puedan comercializar el compost.

Vecinos y pequeños agricultores de la zona se podrán ver beneficiados por la entrega de compost a través de programas de ayuda para el desarrollo agrícola (PRODESAL). Ellos podrán adquirir compost de buena calidad ya sea de forma gratuita (convenio u acuerdos) o por venta directa.

6.1.3. Instituciones educativas, agricultores y residentes de la comuna de Santa Juana

Instituciones educativas, organizaciones de la sociedad civil y los residentes de la comuna de Santa Juana podrían acceder a programas educativos en materia de gestión ambiental y economía circular, proporcionados por la planta de compostaje de residuos orgánicos de la Comuna de Santa Juana.

Por otra parte, pequeños agricultores de la comuna se verán también beneficiados por los programas de desarrollo agrícola que se desarrollaran, que se asociaran con el trabajo realizado en la planta; y con el trabajo que se realizara junto con ellos para elaborar un compost que sea útil para sus necesidades.

6.2. Propuesta de Valor

Las propuestas de valor que ofrece la planta de compostaje de Santa Juana son:

- a) La **gestión sostenible de los residuos orgánicos** de la comuna de Santa Juana con oportunidad de reducción de costos de disposición final.
- b) La **elaboración de compost de alta calidad y sus derivados** agregando valor a los residuos orgánicos de la comuna.
- c) **Rol protagónico de la Municipalidad de Santa Juana** en la Estrategia Nacional de Residuos
- d) **Aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios** de las regiones circundantes mediante la reducción de los aportes de materia orgánica a éstos.

e) **Disminución de la huella de carbono** en la gestión local de residuos

6.2.1. Gestión sostenible de residuos domésticos asimilables en la comuna

La planta de compost de la Municipalidad de Santa Juana es una solución sostenible para el tratamiento de residuos orgánicos de la comuna en tiempos en que la gestión de residuos sólidos orgánicos, tanto para el sector público como privado representa un desafío tanto económico, como logístico.

Su tratamiento para la elaboración de compost de alta calidad permite la agregación de valor de estos desechos a través de una economía circular.

En el caso de la Municipalidad de Santa Juana, dependiendo de cuanta población de la comuna población abarque el programa de reciclaje, se podría reducir entre un 15% y 38% del total de RSD de la comuna dependiendo si abarca el 80% de los domicilios de la zona urbana, o el 80% de los domicilios de toda la comuna, respectivamente. Esto implicaría un importante ahorro de costos para el municipio considerando las distancias de traslado y los costos de recepción de residuos en rellenos sanitarios autorizados.

La planta de compostaje se hará cargo de la recolección de los RSD valorizables de los hogares inscritos al programa de reciclaje de la comuna de Santa Juana, esto de manera coordinada con el municipio para no entorpecer la gestión de residuos de la comuna que son trasladados a relleno sanitario. El funcionamiento de la planta ayudara a reducir la carga laboral y logística de este ultimo

6.2.2. Compost de alta calidad

El tratamiento local de los residuos orgánicos mediante la planta de compostaje no solo permitiría generar ahorros en disposición final de residuos para el municipio en el mediano y largo plazo, sino que además permite generar un compost de buena calidad. Esto aportaría un sustrato para mejorar los suelos ornamentales y productivos de la comuna. Esto es coherente con la vocación hortícola que ha tenido la comuna a lo largo de su historia.

La producción local de compost de alta calidad (tipo A) podría aportar con un producto que podrá ser utilizado tanto por el sector agrícola como para la jardinería. Dadas sus propiedades, este sustrato es un recuperador de suelo, mejorando suelos empobrecidos tanto por la actividad agrícola como forestal. El compost además podrá ser utilizado como base o materia prima para la elaboración de productos con mayor valor añadido al mezclarlo con otras materias ricas en nutrientes. A modo de

ejemplo, en la Municipalidad de Viña del Mar el compost que elaboran por medio de compostaje lo mezclan con abono de caballo para así hacer el sustrato más rico en nitrógeno.

Una forma para motivar la participación de los vecinos de la comuna en la segregación de residuos orgánicos sería la entrega de forma gratuita y acotada de compost como medida de retroalimentación y recompensa por su participación en el programa de segregación de residuos.

6.2.3. Rol de la Municipalidad de Santa Juana en la Estrategia Nacional de Residuos

Al contar la Municipalidad de Santa Juana con una planta de compostaje le permitirá posicionar a la comuna dentro de la región y el sur del país como un referente en gestión sostenible de residuos. La comuna de Santa Juana tendrá protagonismo en la implementación de la Estrategia Nacional de Residuos que está impulsando el país a través de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040.

Si bien la Municipalidad de Santa Juana trabajaría de forma asociativa con otros municipios de la región para recibir parte de los residuos orgánicos que generan, la comuna tendría el liderazgo regional en materia de gestión sustentable de residuos y agregación de valor contribuyendo a la economía circular en zonas rurales.

6.2.4. Aumento vida útil de los rellenos sanitarios

Al operar la planta de compostaje de Santa Juana a su capacidad nominal en la recuperación y tratamiento local de los desechos orgánicos de la comuna y alrededores, ayudaría a prolongar la vida útil de los actuales rellenos sanitarios del sur del país. Esto evitaría en el corto plazo tener que lidiar como municipio en un escenario de cierre anticipado de los rellenos sanitarios, evitando una crisis sanitaria y económica frente a la escasez de alternativas de disposición final de sus residuos. En el caso de la comuna de Santa Juana este porcentaje, dependiendo de la cantidad de domicilios activos en el programa de reciclaje, se podría llegar a reducir el número de residuos que son enviados a relleno sanitario en un 38%.

Un ejemplo dramático es el caso de la Municipalidad de Ancud, que por falta de alternativas locales de tratamiento debe actualmente gestionar sus residuos fuera de la región recorriendo 1.200 km de distancia (ida y vuelta) para disponerlos en el relleno sanitario Laguna Verde, ubicado en la comuna de Los Ángeles (Guzmán, 2022).

6.2.5. Reducción de huella de carbono

La segregación de la materia orgánica y tratamiento local de ella en la comuna de Santa Juana permite reducir la huella de carbono de la gestión de residuos. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se lograría por la disminución del consumo de combustibles fósiles utilizados por los camiones que trasladan los residuos a rellenos sanitarios para su disposición final.

Adicionalmente, el proceso de compostaje evita la descomposición anaeróbica (emisión de metano) que normalmente ocurre en los rellenos sanitarios cuando la materia orgánica es dispuesta sin mayores posibilidades de aireación. El metano (CH₄) es 25 veces más efectivo para atrapar calor que el dióxido de carbono (CO₂), por lo que el tratamiento aeróbico de la materia orgánica durante el compostaje es una solución para reducir las emisiones de metano.

Este beneficio no solo será una ayuda a la prevención del cambio climático al reducir las emisiones que generan los residuos orgánicos depositados en los rellenos sanitarios, sino que también les permitirá a los clientes de la planta, quienes hacen entrega de sus residuos, poder declarar que son ambientalmente responsables con la gestión de sus residuos, brindándoles un valor añadido a sus productos y/o servicios, en forma de un sello verde.

6.3. Canales

Los servicios y los productos que ofrece la planta de compostaje de Santa Juana serán publicitados tanto en su plataforma web oficial, como también en redes sociales como Facebook, Instagram y X (Twitter). Adicionalmente, se adjuntará información en el sitio web oficial del municipio. En todos los sitios y canales de difusión se podrá encontrar información sobre las operaciones en la planta, la prestación del servicio, los productos que genera y el aporte ambiental realizado a la comuna de Santa Juana.

Adicionalmente, se tendrá una canal en YouTube (y/o Tik Tok) donde se explicará el proceso de compostaje realizado en la planta, paso por paso, desde su recolección hasta su venta/distribución. El canal de YouTube tendrá conexión directa con la página web oficial de manera que se podrán ver los videos en ambas páginas. Se buscará hacer difusión en los medios radiales (Radio Catirai, radio Patagual, radio Pasión FM, entre otras) y medios televisivos locales de la región (Canal 9, TVU, etc.).

Adicionalmente, en la página web del municipio y de la planta de compost se encontrarán los datos del correo electrónico, fono consulta y WhatsApp para poder contactarse con la organización a cargo

de las operaciones de la planta; de manera de poder tener una retroalimentación fluida con los clientes y usuario del servicio.

Para efectos de comunicación local y llegada a adultos mayores e instituciones, se contará con una oficina de representación (delegados) dentro del propio municipio, tanto para la coordinación de actividades en conjunto con la Municipalidad de Santa Juana, como también para atender a los residentes de la comuna.

Finalmente, se recomienda desarrollar actividades de lobby y difusión para participar en instancias regionales, talleres de economía circular, y en encuentros de empresas; de manera de poder dar a conocer las actividades propias que se desarrollan en la planta de compost y los servicios ofrecidos a la comunidad.

6.4.Relaciones con los Clientes

Se tendrá canales de comunicación e interacciones con los clientes (instituciones, empresas, particulares, etc.) a los cuales se les ofrece el servicio de retiro o recepción en planta de residuos orgánicos. También existirá una relación con los usuarios del compost y productos relacionados que genera la planta. Estos podrán acceder al producto en la planta u otros lugares que se definan para su comercialización.

Para el servicio de retiro, entrega y/o recepción de la materia orgánica, se trabajará en coordinación con el municipio para planificar los distintos días de retiro de materia orgánica desde los domicilios de la zona urbana, ferias e instituciones adheridas. También se deberá trabajar en la coordinación para la recepción de materia orgánica proveniente de particulares y empresas para atender estos requerimientos y no entorpecer el normal funcionamiento de las operaciones en la planta.

También se mantendrán relaciones estrechas con la población de Santa Juana, esto por medio de programas de educación ambiental y de conservación de jardines.

Finalmente se debe considerar un trabajo en conjunto con los pequeños agricultores de la comuna de Santa Juana, para comunicar el potencial que tiene el compost en el sector agrícola local de la zona, esto principalmente por medio de programas como PRODESAL donde se entregará información de uso y beneficios de la aplicación de compost en los suelos productivos.

6.5.Fuentes de Ingreso

Una de las principales fuentes de ingreso que se tendrán será mediante:

- a) **Cobro por la recepción de residuos orgánicos** por parte de empresas, industrias e instituciones no adscritas a convenios. Se les cobrará una tarifa por la recepción y gestión de los residuos orgánicos de sus operaciones. El cobro por la recepción de la materia orgánica será por tonelada, y se podría entregar un certificado de recepción, según se requiera, para acreditar la disposición adecuada del material.
- b) **Cobro por el servicio de retiro** de restos de podas, rastrojos y materia orgánica segregada a empresas, industrias, instituciones y particulares. Este cobro por recepción será por tonelada, factor de distancia y tiempo desde la planta de compost.
- c) **Financiamiento a través de postulaciones a fondos públicos.** Como se indica en el informe de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040 (Ministerio de Medio Ambiente, 2021), el gobierno buscará impulsar proyectos de valorización de residuos orgánicos a nivel municipal, por medio de fondos concursables como los de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), Fondo de Protección Ambiental (FPA) y Fondo para el Reciclaje (FPR), entre otros.
- d) **Venta de compost.** Según el nivel de procesamiento de la planta de compost, se puede vender excedentes de compost a terceros (particulares). Para ello, se puede considerar la venta a granel o el envasado en formato de saco de hasta 25 kg para particulares.
- e) **Emisión de bonos de carbono,** ya que la planta de compostaje ayudara a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al evitar las emisiones de metano durante la degradación de la materia orgánica en el relleno sanitario. Para ello se requiere cuantificar y certificar el potencial de reducción de emisiones de GEI por tonelada de materia orgánica tratada en la planta de compost para ofrecer un mecanismo de compensación de huella de carbono y emitir los bonos para levantar financiamiento para la operación. Se podrá aprovechar este mecanismo de financiamiento para cubrir parte de los gastos de operaciones y generar difusión.
- f) **Capacitaciones y asesorías** en materia de gestión de residuos orgánicos y economía circular. Al contar con un espacio y know-how sobre la operación del servicio de compostaje desde

de su retiro hasta se venta/distribución, se podrá por ejemplo asesorar a otros municipios para que ellos igual puedan operar su propia planta de compostaje.

- g) **Ahorro de costos de disposición** para el Municipio de Santa Juana. Si bien, este no es un ingreso directo de recursos hay que considerar lo que se deja de gastar al evitar trasladar todos los residuos a rellenos sanitarios considerando las distancias de traslado y los costos de recepción (gate fee) de residuos en rellenos sanitarios.
- h) **Otras fuentes de financiamiento** podrán venir desde donaciones y/o inversionistas privados. Este tipo de ingresos podrían ayudar al recambio de recursos como maquinaria en la planta, como también para ampliar la capacidad de operaciones de esta hacia otras comunas.

6.6. Actividades Clave

Entre las actividades claves para el modelo de negocio para la planta de compost estarán:

- a) **Gestión y control de calidad de los procesos:** Esto abarca los procedimientos a seguir en el tratamiento por compostaje de la materia orgánica: Se requiere de un sistema de registro y control para la recepción de la materia entrante, segregación de residuos, formación y ordenamiento de pilas, volteo y riego de las pilas, harneo, almacenamiento y envasado del compost.
- b) **Se requiere contar con un sistema de registro de variables ambientales** como temperatura, humedad y pH de las pilas de compostaje; entre otras variables. También se debe realizar el control y corrección de los procesos en caso de que el compost este fuera o al límite de los parámetros establecidos. Todo ello con el objetivo de garantizar un proceso de tratamiento optimo, ordenado, y que genere al final de la línea un compost de alta calidad.
- c) **Logística de las rutas de recolección de materias primas:** Estas actividades abarcan la elección de rutas óptimas para el retiro de la materia solida orgánica de los domicilios en un horario determinado por el municipio, registro de entrada y salida de camiones de la planta como también detalles sobre el material que vienen a entregar o a retirar; y la coordinación con los clientes para la recepción de sus residuos para que este sea de manera ordenada, sin atrasos, y que no genere problemas de aglomeración en la planta.
- d) **Análisis de la composición de la materia prima y compost:** Los análisis son fundamentales para garantizar que el compost obtenido al final del proceso sea uno de alta

calidad. Los análisis de la materia prima pueden venir por parte de los propios clientes quienes entregan material a la planta, enviando con ello el certificado donde se detalla la composición de sus residuos; sin embargo en el caso del material que se retira de los hogares es necesario realizarle análisis cada cierto periodo de tiempo para verificar parámetros como los niveles de carbono, pH, composición química, etc.; todo ello para saber cómo realizar y/o adaptar el tratamiento de los residuos, como por ejemplo agregando más fuentes de carbono o nitrógeno.

Por otra parte, los análisis del compost generado en la planta deben realizarse cada cierto tiempo para poder por un lado dar certeza a los clientes que el producto generado es uno de alta calidad, pero también para verificar que el procedimiento ocurre con normalidad, y no hay anomalías en el proceso y/o en las materias primas utilizadas en el proceso. En el caso de haber una anomalía, este pasa a control de procesos para solucionar el problema.

- e) **Certificación Ambiental Municipal (SCAM):** Que la Municipalidad de Santa Juana obtenga la Certificación Ambiental Municipal (SCAM) será un parte fundamental para el desarrollo de la planta y la generación de ingresos para las operaciones de esta, pues le dará un sello de calidad y garantía a los clientes que las operaciones llevadas a cabo en la planta cumplen con los estándares internacionales como ISO 14.001 y EMAS, lo cual le da un valor añadido tanto a los clientes que se atiendan en la planta del CIT, como también al compost generado en la planta.
- f) **Difusión y comunicación a la comunidad:** Estas actividades son clave por una parte para incentivar a los vecinos de la comuna a participar en el programa de reciclaje de residuos, que vean a la planta de compostaje como un beneficio tanto para el municipio como para la comunidad; pero también para que hagan una separación correcta y a conciencia de los residuos en sus domicilios. Estas actividades incluyen programas de educación ambiental a los vecinos e instituciones de la comuna, como también el trabajo por medio de redes sociales y plataformas web.
- g) **Capacitación y educación:** Si bien, los procesos del compostaje no son complejos, es necesario la capacitación y formación de los trabajadores de la planta para que puedan desarrollar un trabajo óptimo y lograr un compost de alta calidad (clase A). Los operarios deberán saber medir e interpretar las variables y parámetros claves de la operación. Deberán

tomar decisiones operacionales y de contingencia de manera informada. Esto igualmente ayudara al know-how de los trabajadores y al proceso de mejora continua.

6.7. Recursos Clave

Entre los recursos estratégicos se consideran los activos con los que cuenta la planta de compostaje y que son de propiedad o tutela de la Municipalidad de Santa Juana. Estos activos (recursos) podrán ser facilitados para desarrollar las actividades propias de compostaje en la planta, en el caso de que se quisiera tercerizar la operación de la planta. Entre los activos clave que le pertenecerán a la al municipio encuentran:

- a) **Galpón planta de compost:** El espacio de 2.860 metros cuadrados que se tiene autorizado para las actividades de compostaje en el CIT.
- b) **Camiones recolectores:** Camiones especializados para la recolección de los residuos orgánicos domiciliarios.
- c) **Contenedores:** Para el almacenamiento de manera ordenado de las distintas materias primas y productos, tanto de las que ingresen como de las que se generan en la planta.
- d) **Chipeadora:** Maquina que se utilizara para reducir el material orgánico seco que se ingrese a la planta, facilitando y acelerando su tratamiento por medio de compostaje.
- e) **Compostadora tipo oruga:** Volteador de compost que se utiliza para la fermentación de las pilas. Tiene tanto la función de revolver las pilas, como de triturar el material para volverlo más uniforme.
- f) **Cargador frontal:** Maquina que se utilizara para la carga y transporte del material de una zona de la planta a otra
- g) **Harnero industrial:** Maquina utilizada para filtrar y separar el compost generado en la planta de piedras, materiales indeseables, y partículas de material orgánico demasiado grandes. Estas últimas se reingresan al proceso de compostaje, mientras que los demás se descartan.
- h) **Red de agua:** Sistema que permitirá proveer de agua para regar las pilas, y así regular su humedad y temperatura.
- i) **Sensores para el registro de variables:** Herramientas que permitirán detectar y medir en tiempo real parámetros como la temperatura, pH, humedad y oxígeno de las pilas.

- j) **Software y licencias:** Sistema formal que podrá detectar la señal de temperatura, pH, humedad y niveles de oxígeno que envíen los sensores de las pilas y archivarlas. También el sistema mantendrá registros de la composición de las pilas que se construyen en la planta (relación carbono-nitrógeno) y sus dimensiones. Además, registrara parámetros climáticos como la temperatura y humedad del ambiente; todo ello de forma de que se puedan detectar tendencias de las pilas, y como estas se comportan ante las condiciones climáticas. Idealmente los trabajadores podrán verificar los datos que entrega el software tanto por computadora, como por medio de smartphones.

Entre los activos clave que le pertenecerán a la organización a cargo del servicio de administración y operación, se encontrarán:

- k) **Know-how:** Conjunto de conocimientos y experiencia en el proceso de compostaje del personal a cargo para poder llevar a cabo las tareas de supervisión y coordinación de actividades, establecer y revisar los indicadores de desempeño, realizar seguimiento y control de las operaciones, entre otras tareas. Estas tareas estarían a cargo principalmente del jefe de planta.
- l) **Mano de obra cualificada:** Si bien, las operaciones no son de alta complejidad, si es necesario capacitar a los operarios para que mantengan un estricto control de calidad en toda la cadena de operaciones y que sepan tomar decisiones en torno a los parámetros que se tengan de las pilas. Igualmente hay que capacitar a los trabajadores, dependiendo de sus tareas dentro de la planta, para que sepan por ejemplo como manejar y/o darle mantenimiento a las maquinas.

6.8. Asociaciones

Las asociaciones claves para el modelo de operación de la planta de compost se dividirán en tres grupos:

6.8.1. Municipalidad de Santa Juana

La organización a cargo del servicio de administración y operación de la planta de compostaje trabajara en conjunto con la Municipalidad de Santa Juana, para la operación del recinto, la atención y servicio de los residentes en el servicio de recolección de residuos a los domicilios, y la coordinación de la logística para la gestión de los residuos orgánicos.

Se les presentaran informes de manera mensual a la Municipalidad, para mantenerla informada sobre la recepción y tratamiento de materia orgánica, la producción de compost y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Igualmente se trabajará con las juntas de vecinos de la comuna para así tener retroalimentación del servicio de retiro de residuos orgánicos (horarios, rutas de recolección, método de recolección, etc.); como también para incentivar su participación en el programa de segregación de residuos.

Finalmente, también se realizarán labores con los pequeños agricultores de la comuna, para incentivarles a que ocupen el compost, recibir su experiencia con el producto, y recibir feedback para adaptar el compost a sus necesidades y/o generar distintas líneas de sustratos especializados en sus distintas necesidades. Esta asociación permitirá además de probar los productos, tener experiencias reales de la efectividad del compost, lo cual ayudará a promocionar el compost y llevarlo a nuevos clientes.

6.8.2. Organizaciones públicas, educativas y de la sociedad civil

Se realizarán asociaciones con otros municipios de la región para evaluar la posibilidad de extender los servicios para la recepción de residuos orgánicos. De esta forma los municipios pueden reducir sus costos de gestión residuos, y reducir su huella de carbono. Esto podría apoyar a aumentar la capacidad de recepción de materia orgánica para elaborar más compost. Además, esto ayudara a la cooperación entre municipios, a la vez que colocara a la comuna se Santa Juana como líder regional en materia de reciclaje de residuos orgánicos domiciliarios.

Por otra parte, se trabajará con organizaciones de gobierno como el SEREMI del Medio Ambiente y SEREMI de Desarrollo Social para poder apoyar la postulación a fondos públicos, para así financiar parte de los costos operacionales de la planta. Igualmente se realizarán trabajos con los programas del PRODESAL para potenciar el desarrollo agrícola de la comuna para transmitir los beneficios del compost y sus aplicaciones a los programas de desarrollo agrícola.

También se participará en programas educativos de instituciones educativas para la fomentación de la educación ambiental y concientización sobre el reciclaje, la segregación de residuos y su revalorización en un contexto de economía circular.

Finalmente, se recomienda contar con el apoyo de ONG Ambientales, con las cuales se colaborará en conjunto para el trabajo en terreno, y/o en los programas de educación ambiental.

6.8.3. Organizaciones privadas

Se realizarán asociaciones con empresas gestoras de residuos y de mantención de áreas verdes para que estas puedan hacer recepcionar sus residuos orgánicos en la planta de compostaje de Santa Juana (de manera gratuita o con descuentos por tonelada), para de esta manera tener una fuente de material seco para la elaboración de compost.

También se realizarán asociaciones con empresas privadas para que estas puedan transportar sus RSA a la planta. Es necesario darle incentivos a las empresas privadas para que opten por el servicio de compostaje en lugar de dejarlos en relleno sanitario. Esto se logrará por medio de alianzas, en donde aparte de dejar el costo por tonelada más barato que otras opciones, se les entrega a las empresas que entreguen sus residuos certificados de sostenibilidad relacionados al Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) que tendrá el municipio. Esto les permitirá a las empresas asociadas hacer declaración de que hacen una gestión sostenible de sus residuos, y además le dará un valor añadido a su marca como organización que trabaja a favor del cuidado del medio ambiente.

Igualmente se realizarán asociaciones con empresas forestales de la zona, para que estas entreguen un porcentaje de subproductos de material orgánico de sus procesos, el cual servirá como materia prima para la elaboración de compost; mientras que a las forestales se les entregara compost para que puedan hacer uso de este para la recuperación de suelos empobrecidos por la actividad forestal.

Por otra parte, se terceriza la distribución y despacho de productos (compost y subproductos) para abaratar los costos asociados a esta actividad como los son costos por transporte de flete. También se tercerizarán los análisis químicos y microbiológicos de las materias primas y productos a laboratorios de análisis de parámetros. Si bien en la planta se podrán realizar análisis como los de solvita, para análisis más complejos se requerirá de los servicios de laboratorios especializados en ello.

6.9. Estructura de Costos

Entre los principales costos asociados al funcionamiento de la planta de compostaje se tendrán:

6.9.1. Costos de operación en el recinto

Estos son los costos generados por el trabajo realizado en la planta para el tratamiento de los residuos. Se cuentan con los siguientes:

- **Costos fijos:** Sueldos y remuneraciones a trabajadores, arriendo de maquinaria, seguros, suscripciones y licencias de software
- **Costos variables:** gastos de combustible, electricidad, agua, y mantenimiento de maquinaria y vehículos.

6.9.2. Costos por servicios

Estos serán los costos generados por la contratación de servicios para el funcionamiento de la planta, y el alcance de sus objetivos. Por una parte, se tendrán los costos de contratación de la empresa a cargo del servicio de administración y operación de la planta de compostaje.

Por otro lado, se tendrán costos asociados a los servicios de análisis químicos y microbiológicos de la materia prima y el compost elaborado; costos de transporte para la distribución y despacho de productos; como también por servicios de capacitación del personal de la planta, y difusión del programa de reciclaje en la comuna.

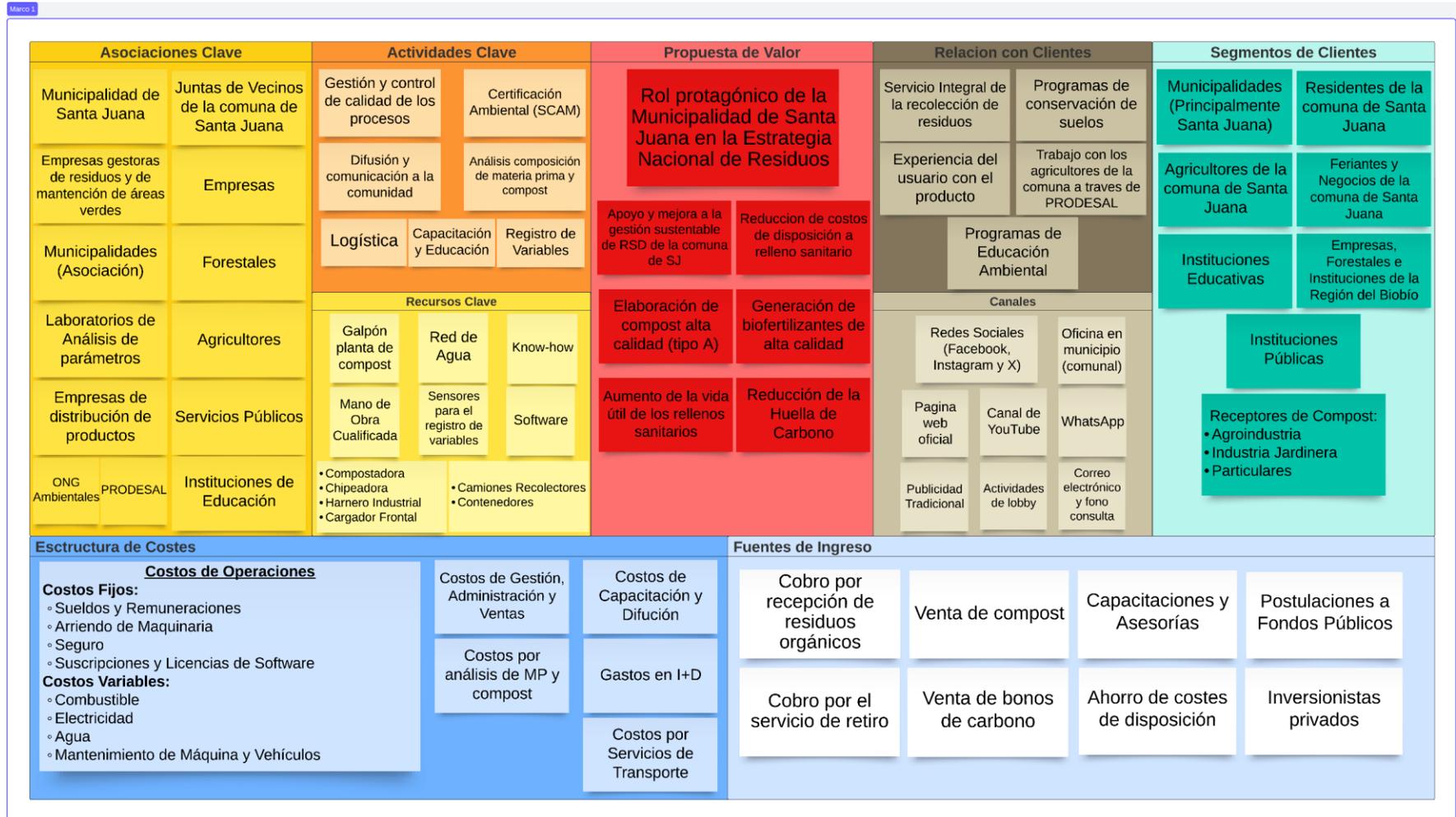
6.9.3. Costos I+D

Se considera relevante destinar recursos para investigación y desarrollo (I+D) para el mejoramiento en la calidad del compost generado en la planta, como también para el desarrollo de productos con mayor valor agregado a partir de él, como por ejemplo sustratos. Uno de los principales enfoques que tienen empresas como Armony Sustentable y Liquen Austral es que realizan investigación de que tipos de sustratos y en que dosis son óptimos para cada tipo de cultivo. Esto es un gran ayuda al desarrollo agrícola, dado que permite acercar la parte científica de la elaboración de productos agrícola a los agricultores; además de poder generar productos a la medida de sus necesidades.

Además, se pueden obtener varios productos a partir del proceso de compostaje de materia orgánica, entre ellos biofertilizantes líquidos, productos que poseen un alto valor agregado, y que no necesitan de grandes intervenciones en el proceso de compostaje o de complejas tecnologías para su elaboración.

6.10. Esquema del Modelo de Negocios propuesto

Figura 6.1: Modelo CANVAS del Modelo de Negocios propuesto



Fuente: Elaboración Propia

7. Estudio de layout

En el informe entregado por la consultora CompostChile (2023b) se propone que las dimensiones y distribución de las áreas de trabajo deberían seguir el orden que se presenta en la Figura 7.1; mientras que las dimensiones y distribución de las pilas de compost en la zona de compostaje (Área de trabajo f) deberían seguir el orden que se muestra en la Figura 7.2. La distribución de la Figura 7.1 responde principalmente a la necesidad de aprovechar la infraestructura ya existente en la planta de compostaje, al mismo tiempo que se intenta maximizar su eficiencia; mientras que la distribución de la Figura 7.2 responde en base a las dimensiones de las máquinas que la consultora propone utilizar para realizar el volteo de las pilas (ver Tabla 7.1), maximizando la eficiencia en el uso de los espacios dentro del galpón.

Figura 7.1: Layout propuesto por la consultora CompostChile



Fuente: CompostChile (2023b)

Según el modelo propuesto por la consultora, las pilas se elaborarán en una proporción de 1:1 (en peso) de RSD y chips de madera. En total se tendrían 6 pilas de compostaje con dimensiones de 3 metros de ancho, 1,5 metros de alto, y entre 40 y 50 metros de largo cada una. El tiempo del proceso de compostaje será de 8 meses. Esto le daría a la planta una capacidad de procesamiento de 1.450 m^3 /año (1000 ton/año), lo cual se traduce a 500 ton de RSD al año.

Figura 7.2: Diseño y ubicación de las pilas de compostaje al interior del galpón de Compostaje.



Fuente: CompostChile (2023b), 2023

Tabla 7.1: Infraestructura y equipamiento requerido el área de compostaje.

Infraestructura	Equipamiento
Galpón de compostaje. Área de 65 x 35 m (1920 m ²).	<ul style="list-style-type: none"> • Tractor con pala y marcha superlenta (1,5 km/h) Landini DT 8860. • Volteadora de compost CIMA Savard 3m.

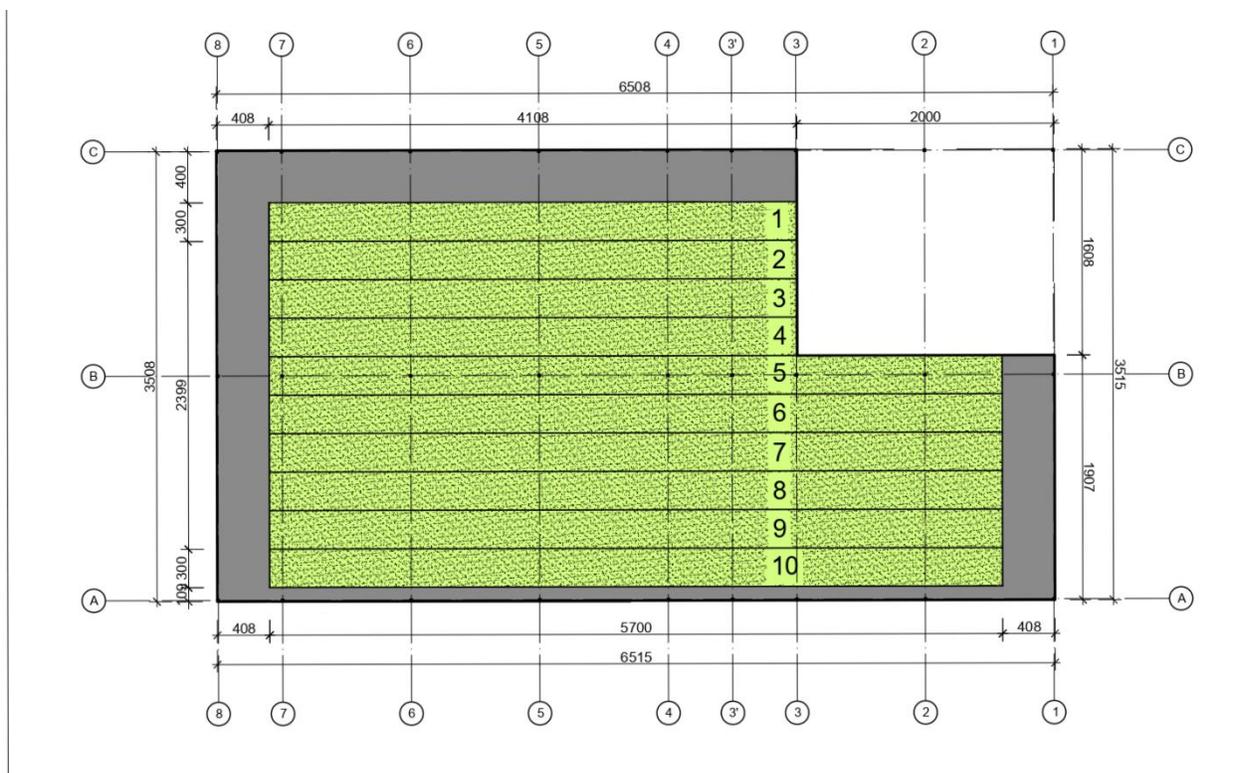
Fuente: CompostChile (2023b), 2023

Como alternativa a esta propuesta se plantea el uso de un compostadora/volteadora de oruga, la cual fue cotizada a la empresa China Zhengzhou Shunxin Engineering. Dicha maquina posee unas dimensiones de 3,5 metros de ancho, 2,8 metros de alto, y 2,8 metros de alto; mientras que las dimensiones de volteo son de 2,4 metros de ancho y 1,3 de alto. Tiene una velocidad para el trabajo de volteo de 10 metros por minuto. Con dichos parámetros, se propone que las dimensiones y distribución de las pilas de compost en la zona de compostaje (área de trabajo f) deberían seguir el orden que se muestra en la Figura 7.3.

Siguiendo las nuevas dimensiones de las pilas (ver Tabla 7.2), elaborando estas en una proporción de 1:1 (en peso) de RSD y chips de madera; y realizando una regla de tres simple con los datos de la consultora CompostChile (2023b), la nueva propuesta le daría a la planta una capacidad de procesamiento de 1862 m³/año (1.284 ton/año), lo cual se traduce a 642 ton de RSD al año. Por

otra parte, si se deja el proceso de compostaje en 6 meses, la planta pasaría a ser capaz de procesar $3723 \text{ m}^3/\text{año}$ (2568 ton/año), lo cual se traduce a 1284 ton de RSD al año.

Figura 7.3: Layout propuesto para el área de compostaje, en centímetros



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7.2: Dimensiones de las pilas de compost con la nueva propuesta de layout

Ancho	Alto	Largo	N° de Pilas
2,4 m	1,3 m	41 m	4
2,4 m	1,3 m	56 m	6

Fuente: Elaboración Propia

Por el resto del informe se trabajará considerando que la capacidad máxima de procesamiento de la planta son 1.284 toneladas de residuos al año.

8. Evaluación Económica y Social

8.1. Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación corresponde a los años de vida útil del proyecto y es en general menor o igual a la vida útil económica de las obras de infraestructura. Para este caso, el inicio de operaciones en la planta fue el año 2019, y según el informe de la Resolución de Calificación Ambiental Centro Integral de Transferencia (ver Anexo 4) el proyecto tiene una vida útil de 20 años. Por lo tanto, el cese de operaciones del CIT sería el año 2039; aunque esto no implica necesariamente que la vida útil de la infraestructura sea de 20 años.

Es por esta información que el horizonte de evaluación que se evaluó fue del periodo que va desde el año 2024 hasta el año 2039, un periodo de 15 años.

8.2. Proyección de la Generación de Residuos de la Comuna de Santa Juana

Para elaborar los flujos de caja en cada escenario fue necesario primero proyectar la generación de residuos municipales que se generarían en la comuna de Santa Juana durante el periodo de evaluación, es decir entre los años 2024 y 2039, y con ello su fracción orgánica. Los resultados se pueden observar en el Anexo 11.

8.3. Evaluación Económica

8.3.1. Evaluación económica considerando fijos los valores de mercado

En una primera evaluación de los escenarios se consideró mantener fijos los valores de precio de venta del compost (\$6.000 cada 25 kg), y del cobro por recepción de residuos sólidos asimilables (\$15.000 cada ton ingresada). Se realizó esto para observar, en especial para los escenarios 5, 6, 7 y 8; cuantas toneladas de materia prima debían ingresar para que la planta alcanzase una VAN privado de 0.

En la Tabla 8.1 se resumen las características más importantes de cada escenario. En la Tabla 8.2 se muestran los resultados del VAN privado obtenidos en los flujos de caja de cada escenario. En la misma tabla también aparecen los resultados del VAN privado incremental de dichos VAN con respecto al del Escenario 0, y el VAN privado incremental con respecto al Escenario 1. En la Tabla

8.3 se muestra la cantidad de toneladas que deberían ingresar a la planta en cada escenario, y en cuanto esta cantidad excede la capacidad máxima de la planta. Los resultados de los flujos de caja de cada escenario se encuentran en el Anexo 12.

Tabla 8.1: Características de cada escenario considerando fijos los valores de mercado (pesos)

Escenario (Esc)	Recolección RSD	Beneficios	Valor Compost	Cobro Ton
Esc 0	Sin planta	Sin beneficios		
Esc 1	34% de la Comuna	Sin beneficios		
Esc 2	80% de la Comuna	Sin beneficios		
Esc 3	34% de la Comuna	Venta de compost	\$6.000	
Esc 4	80% de la Comuna	Venta de compost	\$6.000	
Esc 5	34% de la Comuna	Cobro por recepción		\$15.000
Esc 6	80% de la Comuna	Cobro por recepción		\$15.000
Esc 7	34% de la Comuna	Cobro y venta	\$6.000	\$15.000
Esc 8	80% de la Comuna	Cobro y venta	\$6.000	\$15.000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2: Resultados VAN privado considerando fijos los valores de mercado (pesos)

Escenario	VAN_p	VAN_p Incremental Esc 0	VAN_p Incremental Esc 1
Esc 0	-\$3.326.244.706		
Esc 1	-\$3.914.294.436	-\$588.049.730	
Esc 2	-\$3.620.108.714	-\$293.864.008	\$294.185.722
Esc 3	-\$3.529.554.782	-\$203.310.076	\$384.739.654
Esc 4	-\$2.567.746.609	\$758.498.097	\$1.346.547.827
Esc 5	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 6	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 7	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 8	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.3: Toneladas a procesar considerando fijos los valores de mercado

Escenario	Promedio toneladas anuales	Promedio toneladas por día hábil (208)	Promedio anual sobre capacidad anual
Máx. Capacidad	1284	6,17	
Esc 1	926	4,45	0,7
Esc 2	2.216	10,65	1,7
Esc 3	926	4,45	0,7
Esc 4	2.216	10,65	1,7
Esc 5	4.1105	197,62	32,0
Esc 6	3.9375	189,30	30,7
Esc 7	5.941	28,56	4,6
Esc 8	5.865	28,20	4,6

Fuente: Elaboración Propia

8.3.2. Evaluación económica considerando la capacidad de la planta

En una segunda evaluación de los escenarios se tuvo en cuenta la capacidad de procesamiento de la planta de compostaje, y en su lugar se calculó dependiendo del escenario a que valor era necesario vender cada saco de 25 kg de compost, y/o el cobro por el servicio de recepción de residuos sólidos asimilables, valor por tonelada, para que el VAN privado de la planta alcance un valor de 0.

Se consideró para los escenarios 5 y 6 que por el servicio de recepción se aceptaría un máximo de 3.000 toneladas al año, mientras que para los escenarios 7 y 8 por este servicio se aceptaría un máximo de 1.000 toneladas al año; esto aparte de los RSD de la comuna de Santa Juana que son procesados en la planta en todos los escenarios. Si bien de esta forma en los 4 escenarios se volvería a superar la capacidad máxima de la planta, pero a cambio los valores de venta y servicio no se alejarían tanto del valor de mercado. Además, en los escenarios 7 y 8 solo se calculó el valor de venta del compost, mientras que el precio por servicio de recepción se mantuvo fijo a un valor de \$15.000 por tonelada ingresada a la planta, para facilitar los cálculos.

En la Tabla 8.4 se muestran los resultados del VAN privado obtenidos en los flujos de caja de cada escenario; el VAN privado incremental de dichos VAN con respecto al del Escenario 0 (escenario sin planta de compostaje); y el VAN privado incremental con respecto al Escenario 1 (escenario con características similares a los objetivos que desean alcanzar en la Municipalidad). Luego en la Tabla 8.5 se pueden ver las características de los valores de cada escenario. Finalmente, en la Tabla 8.6 se muestra la cantidad de toneladas que deberían ingresar a la planta en cada escenario, y en cuanto esta cantidad excede o no la capacidad máxima de la planta. Los resultados de los flujos de caja de cada escenario se encuentran en el Anexo 12.

Tabla 8.4: Resultados VAN privado (pesos) considerando la capacidad de la planta

Escenario (Esc)	VAN_p	VAN_p Incremental Esc 0	VAN_p Incremental Esc 1
Esc 0	-\$3.326.244.706		
Esc 1	-\$3.914.294.436	-\$588.049.730	
Esc 2	-\$3.620.108.714	-\$293.864.008	\$294.185.722
Esc 3	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 4	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 5	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 6	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 7	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436
Esc 8	\$0	\$3.326.244.706	\$3.914.294.436

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.5: Características de cada escenario considerando la capacidad de la planta

Escenario	Recolección RSD	Beneficios	Valor Compost		Cobro Ton	
			Mercado	VAN 0	Mercado	VAN 0
Esc 0	Sin planta	Sin beneficios				
Esc 1	34% de la Comuna	Sin beneficios				
Esc 2	80% de la Comuna	Sin beneficios				
Esc 3	34% de la Comuna	Venta de compost	\$6.000	\$61.043		
Esc 4	80% de la Comuna	Venta de compost	\$6.000	\$20.640		
Esc 5	34% de la Comuna	Cobro por recepción			\$15.000	\$134.469
Esc 6	80% de la Comuna	Cobro por recepción			\$15.000	\$124.766
Esc 7	34% de la Comuna	Cobro y venta	\$6.000	\$23.107	\$15.000	\$15.000
Esc 8	80% de la Comuna	Cobro y venta	\$6.000	\$12.742	\$15.000	\$15.000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.6: Toneladas a procesar considerando la capacidad de la planta

Escenario	Promedio toneladas anuales	Promedio toneladas por día hábil (208)	Promedio anual sobre capacidad anual
Máx. Capacidad	1284	6,17	
Esc 1	926	4,45	0,7
Esc 2	2216	10,65	1,7
Esc 3	926	4,45	0,7
Esc 4	2216	10,65	1,7
Esc 5	3926	18,87	3,1
Esc 6	5216	25,08	4,1
Esc 7	1926	9,26	1,5
Esc 8	3216	15,46	2,5

Fuente: Elaboración Propia

8.3.3. Análisis de sensibilidad

Se selecciono para realizar el análisis de sensibilidad el Escenario 7 de la evaluación económica considerando la capacidad de la planta, pues es el escenario que muestra el mejor desempeño en términos de VAN privado, al mismo tiempo que no excede en demasía las capacidades de la planta. Los parámetros a variar fueron el valor de venta del compost, y el valor de cobro por tonelada ingresada a la planta.

En la Tabla 8.7 se muestra una parte de los resultados del análisis, y en el Anexo 13 se muestra el total de los resultados. Se tiene que variaciones en el valor del cobro por tonelada no influyen significativamente en los resultados; a diferencia del valor de venta de compost en donde una ligera variación en su valor cambia el resultado en si la planta puede o no ser autosustentable, lo que convierte en precio de venta del compost en una variable critica.

Tabla 8.7: VAN Privado (pesos) determinados para valores porcentuales

Variación cobro por tonelada		Variación valor del compost				
		120%	110%	100%	90%	80%
Valor	Costo	\$27.728	\$25.418	\$23.107	\$20.796	\$18.486
150%	\$22.500	\$839.168.869	\$457.481.542	\$75.794.215	-\$305.893.113	-\$687.580.440
140%	\$21.000	\$824.010.026	\$442.322.699	\$60.635.372	-\$321.051.956	-\$702.739.283
130%	\$19.500	\$808.851.183	\$427.163.856	\$45.476.529	-\$336.210.799	-\$717.898.126
120%	\$18.000	\$793.692.340	\$412.005.013	\$30.317.686	-\$351.369.641	-\$733.056.969
110%	\$16.500	\$778.533.497	\$396.846.170	\$15.158.843	-\$366.528.484	-\$748.215.812
100%	\$15.000	\$763.374.654	\$381.687.327	\$0	-\$381.687.327	-\$763.374.654
90%	\$13.500	\$748.215.812	\$366.528.484	-\$15.158.843	-\$396.846.170	-\$778.533.497
80%	\$12.000	\$733.056.969	\$351.369.641	-\$30.317.686	-\$412.005.013	-\$793.692.340
70%	\$10.500	\$717.898.126	\$336.210.799	-\$45.476.529	-\$427.163.856	-\$808.851.183
60%	\$9.000	\$702.739.283	\$321.051.956	-\$60.635.372	-\$442.322.699	-\$824.010.026
50%	\$7.500	\$687.580.440	\$305.893.113	-\$75.794.215	-\$457.481.542	-\$839.168.869

Fuente: Elaboración Propia

8.4. Evaluación Social

En esta sección se muestran los resultados de los costos sociales en cada escenario de la evaluación económica. En las Tablas 8.1 y 8.3 se tiene información característica de los escenarios considerando fijos los valores de mercado, y en la Tabla 8.8 los resultados del VAN social de cada escenario, considerando fijos los valores de mercado. Los resultados de los flujos de caja de cada escenario se encuentran en el Anexo 14.

Tabla 8.8: Resultados VAN social (pesos) considerando fijos los valores de mercado

Escenario	VAN_s	VAN_s Incremental Esc 0	VAN_s Incremental Esc 1
Esc 0	-\$1.876.358.456		
Esc 1	-\$1.725.407.916	\$150.950.540	
Esc 2	-\$1.515.773.065	\$360.585.391	\$209.634.851
Esc 3	-\$1.725.407.916	\$150.950.540	
Esc 4	-\$1.515.773.065	\$360.585.391	\$209.634.851
Esc 5	\$5.409.597.489	\$6.834.292.993	\$7.135.005.404
Esc 6	\$5.082.988.387	\$6.959.346.843	\$6.808.396.303
Esc 7	-\$834.812.832	\$1.041.545.623	\$890.595.083
Esc 8	-\$867.866.276	\$1.008.492.180	\$857.541.640

Fuente: Elaboración Propia

Si bien, solo en los escenarios 5 y 6 el VAN social tiene resultados positivos. No obstante, en todos los escenarios el VAN social incremental respecto al escenario sin planta tiene resultados positivos, por lo que la planta procesando un poco menos de 4 toneladas al día genera beneficios sociales.

Luego, en la Tabla 8.9 se tiene el resumen de los resultados del VAN social de cada escenario, considerando la capacidad de la planta; mientras en las Tablas 8.5 y 8.7 se tiene información característica de dichos escenarios.

Tabla 8.9: Resultados VAN social (pesos) considerando la capacidad de la planta

Escenario	VAN_s	VAN_s Incremental Esc 0	VAN_s Incremental Esc 1
Esc 0	-\$1.876.358.456		
Esc 1	-\$1.725.407.916	\$150.950.540	
Esc 2	-\$1.515.773.065	\$360.585.391	\$209.634.851
Esc 3	-\$1.725.407.916	\$150.950.540	
Esc 4	-\$1.515.773.065	\$360.585.391	\$209.634.851
Esc 5	-\$1.192.667.823	\$683.690.633	\$532.740.093
Esc 6	-\$976.597.995	\$899.760.460	\$748.809.920
Esc 7	-\$1.632.929.430	\$243.429.026	\$92.478.486
Esc 8	-\$1.338.193.034	\$538.165.422	\$387.214.882

Fuente: Elaboración Propia

9. Conclusiones y Recomendaciones

El beneficio económico que genera una planta de compostaje tiene que ver con el ahorro que se produce por evitar llevar estos residuos a rellenos sanitarios. Sin embargo, ninguno de los municipios estudiados (La Pintana, San Antonio y Viña del Mar) tienen un enfoque en que la operación de estas instalaciones (planta de compostaje) se autofinancien (económicamente sostenibles). Los municipios cuentan con estas instalaciones como una respuesta a la necesidad de resolver la problemática de la gestión de residuos que enfrentan sus comunas. La propuesta de valor que ofrece la planta de compostaje para el municipio es: La reducción del gasto de disposición de RSD para el municipio, el cual se origina por la reducción del traslado de residuos a rellenos sanitarios distantes de la comuna. Además, esto trae consigo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y la recuperación de áreas verdes utilizando el compost generado en sus plantas.

Actualmente, la única comuna con un sistema que le permite generar ingresos es San Antonio, la cual tiene la capacidad de entregar sacos con compost como un servicio, por medio de una ordenanza municipal del Municipio de San Antonio; aunque los ingresos por este servicio son marginales dada su baja producción de compost, y porque tampoco es una prioridad para el municipio si no que más bien para ellos es un extra.

Para el caso de la Municipalidad de Santa Juana, su planta de compostaje igualmente le permite depender menos de los rellenos sanitarios y reducir la cantidad de GEI que genera la comuna, mientras que el compost generado se entrega de forma gratuita a los agricultores del programa PRODESAL para impulsar la actividad agrícola de la comuna. Sin embargo, la planta no permite el ahorro de gastos para el Municipio. Los resultados obtenidos de la evaluación económica muestran que los ahorros generados por las actividades para la valorización de RSD no son significativos. De hecho, la operatividad de la planta implica en el contexto económico actual un mayor gasto monetario para el Municipio para los próximos 15 años.

En total la gestión de residuos y las operaciones en la planta de compostaje de Santa Juana implicarán un gasto de \$3.914 millones de pesos chilenos, un aumento de \$588 millones si en su lugar se dispusieran todos los RSD de la comuna directamente a un relleno sanitario (CEMARC, comuna de Penco). Esta problemática surge principalmente, dado que, a diferencia de los otros municipios estudiados, la población de Santa Juana es menor (menor cantidad de residuos orgánicos) en comparación a las comunas de Viña del Mar o San Antonio.

Por ello, se propone un modelo de negocios que considera los beneficios sociales que pueda generar la planta de compostaje de Santa Juana, como los previamente mencionados; pero que también considera elementos de la propuesta de valor de organizaciones privadas, de manera que le permitan a la planta ser económicamente rentable. Entre estos elementos están: El cobro por el servicio de recepción de residuos, la venta de compost, la elaboración de compost y biofertilizantes de alta calidad, entre otros.

Del modelo de negocio de organizaciones privadas que realizan valorización de residuos orgánicos, se tiene que, dependiendo del objetivo de la organización, éstas se pueden enfocar o en el tratamiento de residuos, como es el caso de ZeroCorp o BioCompost4, y que por tanto sus ingresos provienen principalmente del cobro por tonelada que procesan; o se pueden enfocar en la elaboración y venta de biofertilizantes de alta calidad, como es el caso de Armony Sustentable y Liquen Austral. Si bien Armony igualmente cobra por la recepción de residuos, su principal margen de ganancias proviene de la venta de biofertilizantes.

De la evaluación económica de los distintos escenarios de operación que podría tener la planta de compostaje de Santa Juana, se obtuvo que un modelo que solo considera el cobro por la recepción de residuos, a un valor de \$15.000 por tonelada podría ser económicamente sustentable. Sin embargo, sería necesario recepcionar más de 39 mil toneladas al año de residuos sólidos orgánicos, lo cual excede en más de 30 veces la capacidad actual de la planta.

Por otro lado, reducir la recepción a menos de 3.000 toneladas, pero cobrando en dicho caso por el servicio, sería necesario cobrar más de \$140.000 por tonelada, lo cual sería 7 veces más que el costo por llevar dichos residuos a un relleno sanitario (CEMARC, comuna de Penco).

Un modelo que solo considera la venta de compost, \$6.000 (formato 25 kilos), no logra generar beneficios económicos suficientes para que la planta llegue a ser sustentable, no al menos que los productos generados en planta sean de un valor de entre \$20.000 y \$61.000, dependiendo de la cantidad de residuos orgánicos municipales que procese la planta.

De esta forma se concluye que la operación de planta de compostaje de Santa Juana debe considerar un modelo mixto que incorpore tanto el cobro por la recepción de residuos, como también por la venta de los productos generados en la planta. Este modelo sería similar al de la empresa Armony Sustentable. Considerando un procesamiento de 3.216 toneladas al año, a un cobro por recepción de

\$15.000 por tonelada, y aun precio de venta del compost de \$12.636 los 25 kilos, la planta de compostaje y la gestión de residuos lograría alcanzar un valor VAN privado de 0.

Si bien, el precio de venta del compost a \$12.636 los 25 kilos exceden su precio de mercado, el cual es de \$6.000 los 25 kilos; se podría en su lugar elaborar en la planta sustratos especializados utilizando como base el compost. Dichos sustratos se suelen elaborar mezclando el compost con otros materiales como lo son la perlita, fibra de coco, corteza de pino, entre otros productos. Mientras más especializado sea el producto final, ya sea para jardinería, huerta, césped, hortalizas, etc.; mayor es el precio de venta de estos. La elaboración de dichos productos no alteraría el modelo de operaciones de la planta, sino que agregaría otro paso antes para la elaboración del producto final. También se podrían implementar otros procesos a la planta para elaboración de productos como lo son los biofertilizantes líquidos, productos que tienen un alto valor en el mercado y que tampoco alteran el proceso de tratamiento de residuos, similar al modelo de la empresa Liquen Austral. No obstante, cabe destacar que si bien estos procesos no requieren de un gran inversión en instalaciones ni de maquinaria costosa, si requiere de mano de obra especializada que sepa en detalle cómo funciona la oxidación de los residuos sometidos a diferentes condiciones y concentraciones. Además la elaboración de algunos sustratos especializados puede conllevar de costos extras por la adquisición de materias primas, costos adicionales no considerados en lo analizado en este informe.

Del análisis de sensibilidad se observó que el valor de venta del compost es una variable crucial para determinar si la planta puede llegar a ser o no económicamente sustentable, lo cual va de acuerdo a la experiencia recopilada de empresas como Armony y Liquen Austral. Una reducción del 10% en el valor del precio de venta del compost de inmediato reduce los ingresos en más de \$300 mil millones. Esto hace que la calidad de los biofertilizantes generados en la planta juegue un papel importante para poder determinar su valor y que pueden llegar a competir en el mercado. Por su parte el cobro por tonelada no mostro ser una variable con igual peso que el precio de venta del compost. La desventaja de esto es que implica que es necesario el ingreso de una gran cantidad de toneladas para que el cobro por toneladas genere ingresos considerables; pero como ventaja implica que se puede competir en cuanto al valor del cobro por tonelada.

La mayor problemática que enfrente la planta de compostaje para lograr ser económicamente autosustentable, siguiendo el modelo de negocios propuesto, es su capacidad de procesamiento, y es que según las estimaciones de la consultora CompostChile y del modelo de operaciones propuesto en este documento, la planta tiene una capacidad de 1.284 toneladas por año. Para que la planta

logre ser económicamente sustentable debe por lo menos aumentar en un 50% su capacidad de procesamiento según lo estimado en la evaluación económica. Para alcanzar dicho objetivo la planta puede expandirse y/o utilizar otras técnicas de tratamiento de residuos orgánicos que permitan procesar más material orgánico en menos tiempo, como lo son el compostaje con aireación forzada, uso de enzimas, vermicompostaje, entre otras opciones de tratamiento.

No obstante, ya aplicando un sistema mixto de cobro por recepción de residuos y venta compost le permitiría al municipio obtener un VAN privado superior a un escenario sin planta de compostaje, y por lo tanto esta generaría un ahorro para el municipio que podría ser de \$1.000 millones.

Por su parte, de la evaluación social se observó que incluso en el peor de los escenarios económicos, en donde la planta de compostaje genera costo adicionales para el municipio. Se obtuvo un VAN social incremental respecto al escenario sin planta de \$150 millones de pesos. Estos resultados respaldan el hecho de que este tipo de proyectos si bien pueden no llegar a ser económicamente rentables, si generan un beneficio social, principalmente por la reducción de GEI. Estos resultados podrían permitir a la Municipalidad de Santa Juana a concursar a Fondos Públicos para cubrir los gastos generados por la planta. Fondos como los de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), Fondo de Protección Ambiental (FPA) y Fondo para el Reciclaje (FPR), entre otros.

Finalmente, de este trabajo se puede concluir que la valorización de residuos por medio de compostaje es una solución socialmente sustentable. Ayuda en la gestión de residuos, disminuye la liberación de GEI, a la vez que aprovecha los residuos orgánicos para darles un nuevo valor, y que por tanto justifica la existencia de iniciativas como las de Santa Juana. Además, si se desea que estos proyectos generen un ahorro económico para sus municipios, es necesario determinar de antemano la cantidad necesaria de RSD que deben procesar estas plantas para determinar el tamaño de sus operaciones, además de comprobar si es posible alcanzar dichos valores.

Si se da el caso de que las operaciones de la planta no generen un ahorro suficiente para el municipio, será necesaria la implementación de un modelo de negocios que incluya la generación de ingresos por otros medios, como por ejemplo el cobro por el servicio de recepción de residuos, por el servicio de tratamiento de residuos, o la venta de biofertilizantes; si es que se desea que el proyecto sea económicamente sustentable.

10. Referencias

- Aedo, A. (2023a). Proyecto FIC, Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana: Estudio de modelos de negocios de organizaciones e instituciones que trabajan en la recepción de residuos para la elaboración de biofertilizantes. Universidad de Concepción.
- Aedo, A. (2023b). Proyecto FIC, Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana: Informe Gira Tecnológica. Universidad de Concepción.
- Ahumada, F. (2023). *Relleno sanitario de Ecobío dejaría de operar en 2034 Y en Ñuble no hay "plan B"*. La Discusión. Recuperado 04 de septiembre de 2023, de <https://www.ladiscusion.cl/relleno-sanitario-de-ecobio-dejaria-de-operar-en-2034/>
- Albers, C. (2023). *Comuna de Santa Juana*. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <https://rulamahue.cl/fichas/cl08/cl08109.html>
- Atlas, W. (2023). *Anual y mensual del tiempo - Santa Juana, Chile*. Weather Atlas. Recuperado 11 de noviembre de 2023, de <https://www.weather-atlas.com/es/chile/santa-juana-clima>
- BCN. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2023). Reportes estadísticos 2023 de Santa Juana. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. bcn.cl. Recuperado 14 de septiembre de 2023, de https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2023&idcom=8109
- Bio Bio. (2023). *Alcalde de Chillán Viejo por relleno sanitario: «Hay un matonaje político de regiones grandes»* [Video]. YouTube. Recuperado 04 de septiembre de 2023, de <https://www.youtube.com/watch?v=Blt-t9de4Eo>
- CIREN. (2021). *Características Demográficas y Socioeconómicas Comuna de Santa Juana*. Características Demográficas y Socioeconómicas Comuna de Santa Juana. Recuperado 14 de septiembre de 2023, de https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2021/09/Santa_Juana_demografica.pdf
- CompostChile. (2023b). ASESORÍA DE IMPLEMENTACIÓN: PLAN DE MEJORA PLANTA DE COMPOSTAJE COMUNA DE SANTA JUANA www.compostchile.com / Recuperado 13 de julio de 2023, de www.soloterra.cl.
- CompostChile. (2023a). Estudio de Mercado del Compost Comuna de Santa Juana. www.compostchile.com / Recuperado 30 de octubre de 2023, de www.soloterra.cl.
- Concepción, D. (2022). *Emergencia sanitaria en el biobío: rellenos de basura están al límite*. Diario Concepción. Recuperado 05 de julio de 2023, de <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2022/09/12/emergencia-sanitaria-en-el-biobio-rellenos-de-basura-estan-al-limite.html#:~:text=La%20regi%C3%B3n%20del%20Biob%C3%ADo%20posee,administraci%C3%B3n%20municipal%20en%20Arauco%2DCuraniLahue.>
- Cooperativa.Cl. (2023). Crisis de la basura en el Gran Concepción: Salud rechazó apelación de Hidronor para seguir operando su planta. Cooperativa.cl. Recuperado 05 de julio de 2023, de

<https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-del-biobio/crisis-de-la-basura-en-el-gran-concepcion-salud-rechazo-apelacion-de/2023-04-27/233006.html>

Biblioteca del Congreso Nacional, B. (2004). Ley 1434. Recuperado 07 de septiembre de 2023, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=22645>

Biblioteca del Congreso Nacional, B (2016). Ley 20920. Recuperado 09 de septiembre de 2023, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>

Biblioteca del Congreso Nacional, B. (2018). Decreto 1. Recuperado 09 de septiembre de 2023, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1050536>

Estadísticas. (2023). Recuperado 07 de septiembre de 2023, de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/>

Emissions Estimation Tools | US EPA. (2023). US EPA. Recuperado 20 de septiembre de 2023, de <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/emissions-estimation-tools>

González, A. (2023). Confirman fecha de cierre de relleno Hidronor: planta seguirá recibiendo residuos industriales. *BioBioChile - La Red de Prensa Más Grande de Chile*. Recuperado 05 de julio de 2023, de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-biobio/2023/04/03/confirman-fecha-de-cierre-de-relleno-hidronor-planta-seguira-recibiendo-residuos-industriales.shtml>

Guzmán, M. (2022). Marcelo Guzmán. Recuperado 09 de junio de 2023, de <https://www.muniancud.cl/portal/municipio-ancuditano-solicita-subsidio-para-cubrir-traslado-de-residuos-solidos-domiciliarios/>

Ilustre Municipalidad SANTA JUANA. (2020). *Planta Integrada de manejo de Residuos Santa Juana Alcalde Ángel Castro*. Ilustre Municipalidad - SANTA JUANA. Retrieved Recuperado 24 de mayo de 2023, de https://acuerdochilecanada.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/Planta-integrada-de-manejo-de-residuos_Santa-Juana_Alcalde-Angel-Castro.pdf

Lara, E. (2023). Santa Juana: alcaldesa habla de 4.500 damnificados y la quema de 14 mil hectáreas y 100 estructuras. *BioBioChile - La Red de Prensa Más Grande de Chile*. Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-biobio/2023/02/03/santa-juana-alcaldesa-habla-de-4-500-damnificados-y-la-quema-de-14-mil-hectareas-y-100-estructuras.shtml>

Ministerio del Desarrollo Social y Familia. (2019). GUÍA PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DEL FONDO PARA EL RECICLAJE 2020. GUÍA PARA LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS DEL FONDO PARA EL RECICLAJE 2020. Recuperado 09 de octubre de 2023, de <https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Guia-Formulacion-y-Evaluacion-para-Proyectos-del-FPR-2020.pdf>

Ministerio del Desarrollo Social y Familia. (2022). METODOLOGÍA PARA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO O GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES. METODOLOGÍA PARA

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO O GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES. Recuperado 09 de octubre de 2023, de https://sni.gob.cl/storage/docs/220818_Metodologia_GIRS_vf.pdf

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2023). Informe Precios Sociales 2023. Precios Sociales 2023 - Sistema Nacional de Inversiones. Recuperado 4 de diciembre de 2023, de https://sni.gob.cl/storage/docs/230401_Informe_Precios_Sociales_2023_SNI.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. (2021). Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2040.pdf. economiacircular.mma.gob. Recuperado 9 de junio de 2023, de <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2040.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022a). Residuos. Residuos | SINIA - Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado 8 de junio de 2023, de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/01/C10-residuos-rema-2021.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022b). Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022. Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022. Recuperado 8 de junio de 2023, de <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2022/>

Organika. (2022). BIOFERT 25 KG - Jardín Organika. Jardín Organika. Recuperado 14 de agosto de 2023, de <https://jardinorganika.cl/producto/biofert-25-kg/>

Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2011) Generación de Modelos de Negocio, Editorial DEUSTO 2011, ISBN: 9788423427994.

Proyecciones de población. (2023). Recuperado 17 de noviembre de 2023, de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>

Proyecto FIC Cód. BIP 40041188-0 (2023) Informe Diagnostico técnico de la operación de la planta de compostaje de Santa Juana.

Salgado, D. (2023a). Traspasarán recursos a municipios por cierre de relleno Hidronor: Algunos no definen destino de basura. *BioBioChile - La Red de Prensa Más Grande de Chile*. Recuperado 14 de julio de 2023, de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2023/04/21/traspasaran-recursos-a-municipios-por-cierre-de-relleno-hidronor-algunos-no-definen-destino-de-basura.shtml>

Salgado, D. (2023b). Crisis de basura en Hualpén: municipio informa que residuos domiciliarios serán llevados a Ñuble. *BioBioChile - La Red de Prensa Más Grande de Chile*. Recuperado 14 de julio de 2023, de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2023/05/05/crisis-de-basura-en-hualpen-municipio-informa-que-residuos-domiciliarios-seran-llevados-a-nuble.shtml>

Servicio de Evaluación Ambienta. (2014) Califica ambientalmente el proyecto “DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL CENTRO INTEGRAL DE TRANSFERENCIA”. República de Chile Comisión de evaluación VIII Región del Biobío.

- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2022) Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022. Recuperado 14 de septiembre de 2023, de <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2022/>
- SII | Servicio de Impuestos Internos. (2023). Recuperado 11 de noviembre de 2023, de https://www.sii.cl/valores_y_fechas/dolar/dolar2023.htm
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [SUBDERE]. (2019). *Actualización de la Situación por Comuna y por Región en materia de RSD y Asimilables*. Catastro de sitios septiembre 2019.pdf | Subdere. Recuperado 4 de junio de 2023, de <https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/Catastro%20de%20sitios%20septiembre%202019.pdf>
- RETC. (2020). Residuos (Disposición al suelo). Residuos (Disposición al suelo). Recuperado 24 de junio de 2023, de <https://retc.mma.gob.cl/indicadores/residuos-disposicion-al-suelo/>
- Universidad del Bío-Bío. (2012). *PLAN DE DESARROLLO COMUNAL I. MUNICIPALIDAD DE SANTA JUANA 2012 – 2015 (Actualización)*. resumen pladeco set 2018. Recuperado 11 de septiembre de 2023, de https://gorebiobio.cl/wp-content/uploads/2019/01/PLADECO_SANTA-JUANA.pdf
- Valencia, J. (2022). Rechazan proyecto de Hidronor Sur: relleno sanitario de Copiulemu cerrará en marzo. BioBioChile - La Red de Prensa Más Grande de Chile. Recuperado 04 de septiembre de 2023, de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2022/12/19/rechazan-proyecto-de-hidronor-sur-relleno-sanitario-de-copiulemu-cerrara-en-marzo.shtml>

11. Anexos

11.1. Descripción de la Iniciativa de Innovación Propuesta: Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana



13.6. FORMULARIO Nº 3 PROPUESTA TEÓRICA-METODOLÓGICA.

DESCRIPCIÓN DE LA INICIATIVA DE INNOVACIÓN PROPUESTA

I. INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre de la Institución que postula:	Universidad de Concepción		
Fecha presentación:	18 de abril 2022		
Nombre de la iniciativa:	Compost de Alta Calidad para Comuna de Santa Juana		
Duración de la ejecución:	2 años		
1. Si la iniciativa responde a un programa ejecutado asociativamente, mencione las instituciones que la integran.			
No corresponde			
2. Indique comuna (s), provincia(s), territorio(s), donde se ejecutará la iniciativa.			
Comuna de Santa Juana			
3. Información del profesional Encargado(a) y Coordinador(a) responsables de la iniciativa			
Nombre Completo:	Patricia González Sánchez	Nombre Completo:	Hugo Valeria Leal
Cargo Institución:	Profesor Asistente, Facultad de Ciencias Ambientales.	Cargo en la Institución:	
Cargo en el Programa	Encargada de Programa	Cargo en el Programa	Coordinador de Programa
Teléfono Fijo:	412204070	Teléfono Fijo:	
Teléfono Celular:	+56996799333	Teléfono Celular:	+56997997456
Correo electrónico	patrigon@udec.cl	Correo electrónico	hvalery@gmail.com
Dirección:	Pedro Nolasco Cruz 258, Concepción.	Dirección:	Janequeo 555 Concepción
II. BENEFICIARIOS			
1. Indique el grupo objetivo de la iniciativa (Beneficiarios directos). Nombrar:			
Micro, pequeños y medianos agricultores de la comuna de Santa Juana, asociados al Programa de Desarrollo de Acción Local (PRODESAL). Planta Integrada de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Municipalidad de Santa Juana.			
2. Descripción del grupo objetivo. Indicar si existe organización que los agrupe.			
El grupo objetivo de esta iniciativa corresponde a micro, pequeños y medianos agricultores y otros emprendedores relacionados con la cadena del valor de la producción agrícola, de la comuna de Santa Juana, en particular, y de la Región del Biobío, en general. La Región del Biobío contribuye con un potencial de cerca de 360 mil hectáreas para cultivos de cereales, leguminosas, tubérculos, hortalizas, plantas aromáticas, condimentos, medicinales, frutales, vides, flores, semilleros, viveros, césped y forrajeras, entre otros, lo que representa el 28% del total nacional. La estructura productiva rural es heterogénea, con presencia de provisión local hortofrutícola en fresco y de algunas elaboraciones alimentarias, tanto para consumo local como para comercialización a mayor escala. Cerca del 45% de las comunas que integran la Región del Biobío se clasifican como predominantemente rurales, con casi 500 mil habitantes. Desde una perspectiva de género, es importante señalar que según los resultados preliminares de VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, el 90,6% de los puestos de trabajo ocupados por mujeres en la agricultura fueron temporales, comparado con 49,2% en el caso de los hombres. En la Región del Biobío, 24% del empleo en explotaciones frutícolas corresponde a mujeres, mientras que en			

Términos de Referencia para Asignación Directa- Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R 2022

Fuente: Universidad de Concepción (2022)

actividades agrícolas en pequeños predios de producción de hortalizas y cultivos similares su participación llega a ser sobre 70%.

Por otra parte, la productividad de la micro, pequeña y mediana agricultura se ve afectada por la mala calidad de los suelos y los problemas derivados de la escasez hídrica. En efecto, los suelos de la Región del Biobío presentan altos niveles de erosión, cercanos al 34% de su superficie, con una decreciente accesibilidad a fuentes de agua de riego. Sumados a los bajos niveles de asociatividad y débil acceso a financiamiento, estos factores limitan severamente el desarrollo dinámico y sustentable de la agricultura familiar campesina de la Región.

La comuna de Santa Juana posee una población cercana a 14 mil habitantes, y presenta 29,7% de pobreza multidimensional, quienes están mayoritariamente relacionados con el agro.

Los beneficiarios directos se agrupan en asociaciones de agricultores y programas asociativos respaldados por el Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Desarrollo Agropecuario. De especial interés es el Programa de Desarrollo de Acción Local (PRODESAL) que es ejecutado preferentemente por las municipalidades a las que INDAP les transfiere recursos por medio de convenios de colaboración. De este modo, PRODESAL busca aumentar los ingresos silvoagropecuarios y de actividades conexas de los micro productores, a través de ventas al mercado, además de promover iniciativas institucionales de apoyo a los usuarios. Cabe destacar que en Santa Juana existen 437 agricultores vinculados a PRODESAL, de los cuales 62% son mujeres campesinas.

3. Justificación o pertinencia del grupo objetivo en el marco de la iniciativa.

La información disponible acerca de la situación socio-ambiental y productiva de la micro, pequeña y mediana agricultura de la Región del Biobío confirma que existe una baja implementación de prácticas sustentables en las actividades agrícolas, tales como el uso de abono orgánico y riego tecnificado.

La comuna de Santa Juana cuenta con el potencial para transformarse en un punto de referencia para implementar un modelo de economía circular en el agro de la Región del Biobío, ya que posee una infraestructura de producción de compost a partir de residuos orgánicos domésticos, que puede ser mejorada para generar un producto de alta calidad y conformar una robusta base de asociatividad, a partir de la cual se puede abarcar la totalidad de los productores agrícolas con mayor vulnerabilidad.

4. Indique número de beneficiarios directos e indirectos según distribución geográfica y equidad de género (N° mujeres y N° hombres)

Distribución Geográfica	N° Beneficiarios directos
Comuna de Santa Juana, Región del Biobío	Los beneficiarios directos corresponden principalmente a los micro, pequeños y medianos agricultores de la comuna de Santa Juana, con cerca de 440 personas vinculados actualmente a PRODESAL, quienes constituyen el foco primario de esta propuesta. Mujeres: 270 Hombres: 170
Distribución Geográfica	N° Beneficiarios Indirectos
Comunas de Laja, Nacimiento, San Rosendo, Hualqui, Yumbel. Región del Biobío	Los beneficiarios indirectos corresponden a micro, pequeños y medianos productores agrícolas, campesinos y sus familias, de las comunas rurales aledañas a Santa Juana, que presentan vulnerabilidad en sus sistemas productivos. Se estima un total estimado de 2.300 personas (1.400 mujeres y 900 hombres, aproximadamente) cubiertos por iniciativas de PRODESAL.
Total beneficiarios directos e indirectos	2.737 personas Mujeres: 1.670 Hombres: 1.067

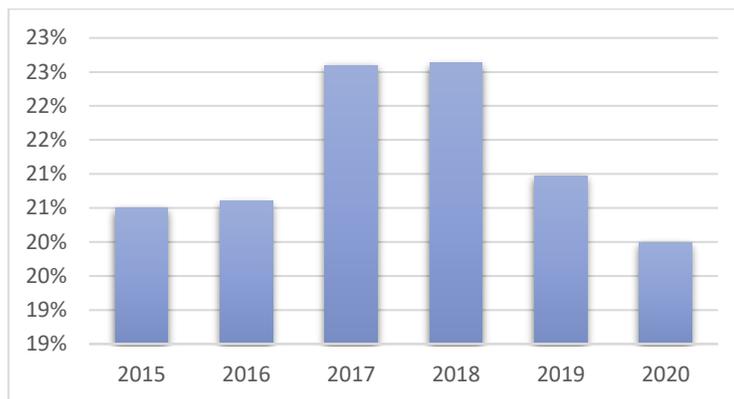
5. Requisitos específicos para calificar como beneficiario directo e indirecto.

Se identifican los siguientes requisitos para calificar como beneficiario:

- Micro, pequeños y medianos agricultores que se encuentran asociados en instituciones gremiales.
- Micro, pequeños y medianos agricultores involucrados en iniciativas del Instituto de Desarrollo Agropecuario u otras instituciones similares.

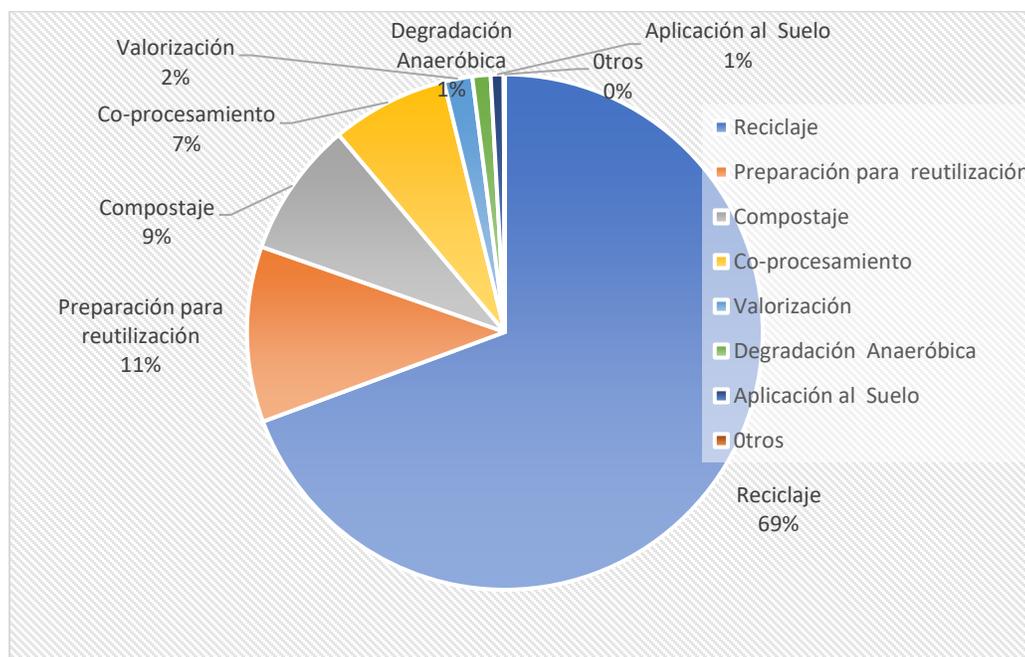
11.2. Antecedentes (Figuras y Tablas)

Figura 11.1: Valorización o reciclaje de residuos industriales (2015-2020)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2022

Figura 11.2: Valorización final de Residuos no peligrosos, porcentualmente, 2020



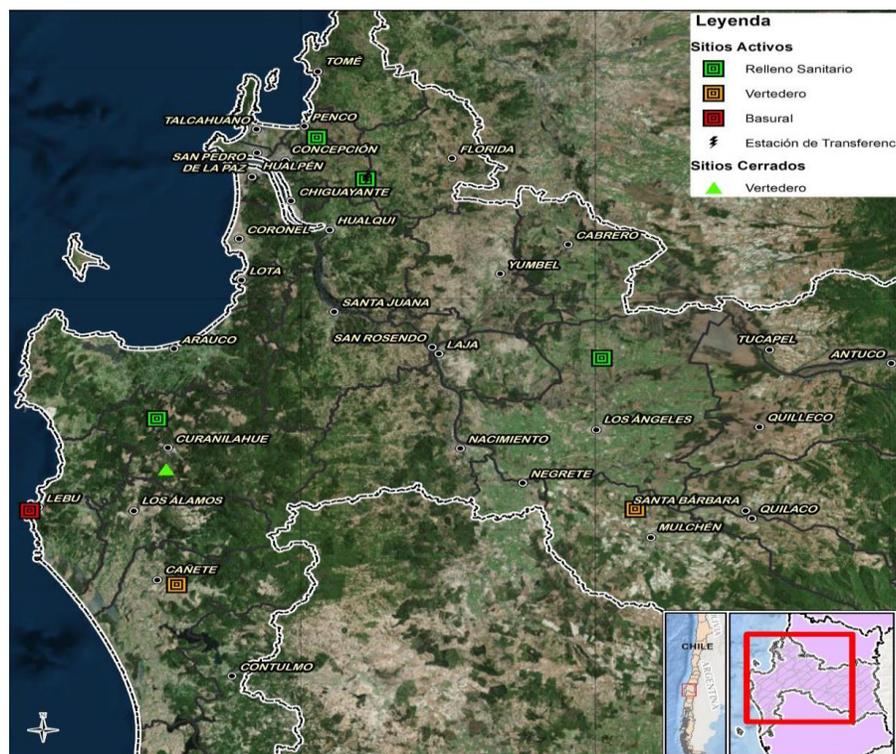
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2022

Tabla 11.1: Sitios de disposición final activos, Región del Biobío

Sitio de Disposición	Tipo	Población Atendida	RSD Recibidos	% Población Atendida	% RSD Recibidos
Relleno Sanitario Copiulemu (Hidronor)	Relleno Sanitario	396.885	127.371	17,45	17,3
Relleno Sanitario CEMARC	Relleno Sanitario	754.453	261.449	33,18	35,50
Relleno Sanitario Intercomunal Arauco-Curanilahue	Relleno Sanitario	74.200	21.573	3,26	2,93
Relleno Sanitario Los Ángeles (K D M S A)	Relleno Sanitario	686.310	220.629	30,18	30,0
Relleno Sanitario De Cañete	Vertedero	131.103	39.403	5,77	5,35
Vertedero Licura Mulchén	Vertedero	201.256	57.249	8,85	7,77
Vertedero Lebu	Basural	29.594	8.880	1,30	1,2
Total		2.273.792	736.554	100	100

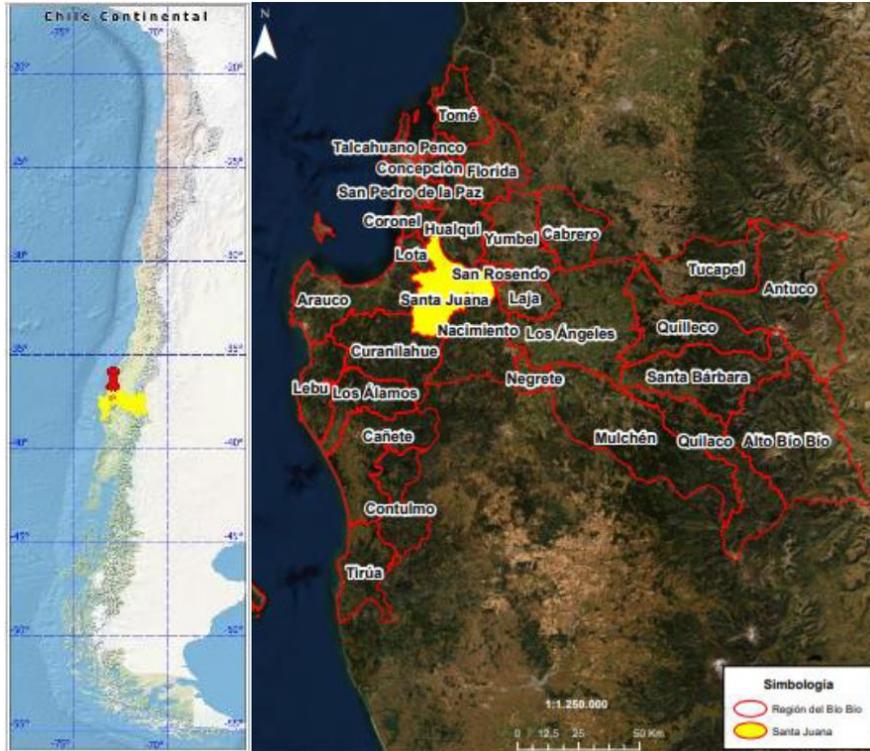
Fuente: SUBDERE, 2019

Figura 11.3: Sitios de disposición final, Región del Biobío



Fuente: SUBDERE, 2019

Figura 11.4 y 11.5: Ubicación de la comuna de Santa Juana



Fuente: CIREN, 2021

Tabla 11.2: Flota de camiones para la recolección de residuos, comuna de Santa Juana

Patente	Marca	Modelo	Año
YD 13 17 - 8	Volkswagen	17220	2005
CZ KL 14 - K	Volkswagen	17220M	2011
KP TT 83 - K	Mercedes-Benz	AXOR 3131 K	2018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.3: Coordenadas geográficas planta de compostaje

UTM	Norte	Este
Vértice noreste	5.888.000	692.000
Vértice suroeste	5.878.000	694.000

Fuente: GWE-84 Huso 18 (World Geodetic System 1984), 2023

Figura 11.6: Planta de compostaje del Centro Integral de Transferencia, Santa Juana



Fuente: Google Earth, 2022

11.3. Antecedentes Legales de la Gestión de los RSM en Chile

En mayo del año 2016 fue promulgada la Ley N.º 20.92029, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento del reciclaje (Biblioteca del Congreso Nacional, 2016). Dicha ley tiene como objetivo reducir la generación de residuos y fomentar su tratamiento, por medio de nuevos instrumentos legales como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). De esta forma los productores son los responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos derivados de la comercialización de sus bienes. Además, la Ley contempla un Fondo para el Reciclaje destinado a financiar proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otros tipos de valorización, ejecutados por municipalidades o asociaciones.

El año 2021 fue publicada la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, documento que explica las metas y estrategias que aplicará el gobierno de Chile para resolver la problemática de los residuos, y el trabajo que se hará para pasar la matriz económica a una mayoritariamente circular (Ministerio de Medio Ambiente, 2021). En el documento se hace un especial enfoque a los residuos orgánicos, en donde una de las metas propuestas es poder valorizar más del 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.

El Ministerio de Medio Ambiente (2021) redacta que, al alero del mecanismo de responsabilidad extendida del productor establecido por la Ley N.º 20.92029, una parte de ese rol (la gestión de los residuos de envases y embalajes) será organizado por los sistemas de gestión y financiado por las empresas sujetas a la responsabilidad. En cuanto a los residuos orgánicos, no se vislumbra otra fórmula que no sea que éstos sigan siendo gestionados por las municipalidades.

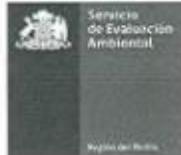
Para financiar la implementación de la estrategia el MMA impulsará y apoyará a las municipalidades en proyectos de valorización de residuos orgánicos, financiándolos ya sea como parte del presupuesto municipal o con inversión externa. También se aprovecharán fondos públicos concursables ya existentes, y creando incentivos económicos para las municipalidades.

A la fecha de la redacción de este documento, año 2023, si bien ya existen en el país iniciativas a pequeña escala de valorización de residuos orgánicos en las comunas de Concepción, El Quisco, Puerto Montt, Temuco, y Maipú, entre otras; solo son 4 las municipalidades que cuentan con un programa de valorización de residuos orgánicos a mayor escala, y que además cuentan con la

infraestructura necesaria para poder realizar dichas operaciones de manera continuada y escalable.
Estas comunas son: Viña del Mar, San Antonio, La Pintana, y Santa Juana.

11.4. Resolución de Calificación Ambiental Centro Integral de Transferencia

REPÚBLICA DE CHILE
COMISIÓN DE EVALUACIÓN
VIII REGIÓN DEL BIOBÍO



Resolución Exenta N° 049

Califica ambientalmente el
proyecto "DECLARACION DE IMPACTO
AMBIENTAL CENTRO INTEGRAL DE
TRANSFERENCIA".

Concepción,

17 FEB 2014

VISTOS ESTOS ANTECEDENTES:

1. La Declaración de Impacto Ambiental y sus Adendas, del Proyecto "DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL CENTRO INTEGRAL DE TRANSFERENCIA", presentada por el Señor Ángel Castro Medina, en representación de Ilustre Municipalidad de Santa Juana, con fecha 11 de Julio de 2012.
2. Las observaciones y pronunciamientos de los Órganos de la Administración del Estado que, sobre la base de sus facultades legales y atribuciones, participaron en la evaluación de la Declaración de Impacto Ambiental, las cuales se contienen en los siguientes documentos:
 - Oficio N°950 sobre la DIA, por Dirección Regional de Aguas, Región del Biobío, con fecha 06/08/2012;
 - Oficio N°51-EA/2012 sobre la DIA, por Corporación Nacional Forestal, Región del Biobío, con fecha 06/08/2012;
 - Oficio N°635 sobre la DIA, por Superintendencia de Servicios Sanitarios, con fecha 06/08/2012;
 - Oficio N°11 sobre la DIA, por Dirección Regional del SAG, Región del Biobío, con fecha 06/08/2012;
 - Oficio N°478 DDUI sobre la DIA, por SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Región del Biobío, con fecha 07/08/2012;
 - Oficio N°1729 sobre la DIA, por Dirección Regional de Vialidad, Región del Biobío, con fecha 08/08/2012;
 - Oficio N°433 sobre la DIA, por Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente, Región del Biobío, con fecha 08/08/2012;
 - Oficio N°2653 sobre la DIA, por SEREMI de Salud, Región del Biobío, con fecha 10/08/2012;
 - Oficio N°2060 sobre la DIA, por SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones, Región del Biobío, con fecha 10/08/2012;
 - Oficio N°1-EA/2012 sobre la Adenda 1, por Corporación Nacional Forestal, Región del Biobío, con fecha 04/01/2013;
 - Oficio N°16 sobre la Adenda 1, por Superintendencia de Servicios Sanitarios, con fecha 07/01/2013; Oficio N°1 sobre la Adenda 1, por Dirección Regional del SAG, Región del Biobío, con fecha 09/01/2013;
 - Oficio N°29 sobre la Adenda 1, por Dirección Regional de Aguas, Región del Biobío, con fecha 09/01/2013;
 - Oficio N°69 sobre la Adenda 1, por SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones, Región del Biobío, con fecha 10/01/2013; Oficio N°215 sobre la Adenda 1, por SEREMI de Salud, Región del Biobío, con fecha 10/01/2013;
 - Oficio N°008 DDUI sobre la Adenda 1, por SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Región del Biobío, con fecha 11/01/2013;
 - Oficio N°5-EA/2014 sobre la Adenda 2, por Corporación Nacional Forestal, Región del Biobío, con fecha 06/01/2014;
 - Oficio N°75 sobre la Adenda 2, por SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones, Región del Biobío, con fecha 13/01/2014;
 - Oficio N°136 DDUI sobre la Adenda 2, por SEREMI de Vivienda y Urbanismo, Región del Biobío, con fecha 14/01/2014;

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental (2014)

Para acceder a la versión digital de la RCA del Centro Integral de Trasferencia acceder al siguiente sitio oficial:
https://seia.sea.gob.cl/archivos/85e_RCA_CIT_Sta_Juana.pdf

11.5. Funcionamiento Planta de Compostaje del CIT

11.5.1. Recolección de residuos

La separación de los residuos, entre los que van al CIT y los que son descartados para ser enviados a relleno sanitario se realiza en el origen, es decir en los domicilios de la zona urbana. La Municipalidad de Santa Juana les hace entrega a los hogares que deseen participar en la iniciativa de contenedores de diferentes colores para que depositen allí sus residuos reciclables y orgánicos, separándolos así de aquellos desechos descartables (Ilustre Municipalidad SANTA JUANA, 2020).

La Municipalidad tiene días diferenciados de la semana para la recolección de los contenedores cuyo contenido ira al CIT, de los que irán al relleno sanitario. Existen cuatro categorías de contenedores de distintivos colores del programa de reciclaje del municipio, los cuales son:

Tabla 11.4: Características de los contenedores entregados a las domicilios del programa de reciclaje

Contenedor	Capacidad	Residuo	Recolección
Azul	40 Litros	Papeles y Cartones	Jueves
Rojo	40 Litros	Botellas y Envases PET Envases de aluminio, vidrio y hojalata	Jueves
Aireado Café	10 Litros	Residuos compostables de origen domiciliario, que posteriormente irán al contenedor aireado verde	Martes y Jueves
Aireado Verde	20 Litros	Para el acopio fuera de los hogares, que será el que retire el camión recolector.	Martes y Jueves

Fuente: Elaboración Propia

Los residuos compostables provenientes de los domicilios consisten principalmente de materia orgánica fresca, la cual corresponde a residuos vegetales de origen domiciliario como restos de frutas y vegetales, borra de té y café, entre otros. También se encuentra materia orgánica seca como los son hojas secas, flores marchitas, podas de plantas y árboles, etc. Este material es el que posteriormente se utiliza como la materia prima para la elaboración de compost. Por el momento el municipio no está recibiendo residuos orgánicos de origen animal como lo son cárnicos y lácteos.

Igualmente se tiene que en la planta se reciben los restos de poda y ramas provenientes de la limpieza de áreas verdes de la comuna, cuidado de espacios públicos y el despeje de caminos. Estos residuos una vez que fueron cortados son transportados hasta el CIT en donde forman parte del material estructurante utilizado para el compostaje. De aquí es donde proviene el mayor porcentaje de material orgánico seco para el tratamiento.

En lo que se refiere a la recolección, el municipio cuenta con dos camiones livianos para la recolección y transporte del contenido de los contenedores (Ver Tabla 11.5). Según el día de la

semana correspondiente, el camión hace el recorrido que tienen asignado por la zona urbana de la comuna para la recolección de residuos. Los funcionarios vacían el contenido de los contenedores en la parte trasera del camión, y enseguida devuelven los contenedores a los domicilios. Una vez terminado el recorrido, el camión se dirige al CIT. El personal encargado de realizar dichas tareas corresponde a trabajadores de la empresa “Patricio Alejandro Guzmán Campos”, organización privada que facilita la mano de obra necesaria para la realización de dichas labores.

Tabla 11.5: Camiones para la recolección de residuos del programa de reciclaje, comuna de Santa Juana

Patente	Marca	Modelo	Año
LH XR 36	JAC	URBAN HFC 1042	2019
JG LK 14-9	Yuejin	NJ 713	2019

Fuente: Elaboración Propia

La separación correcta de los residuos en los domicilios es una parte esencial para el éxito del proceso de tratamiento de residuos para la generación de un compost de alta calidad, dado que en la planta no se cuenta con la infraestructura ni la maquinaria para realizar la separación de forma automatizada de los residuos, por lo que la opción más práctica y económica para el municipio es que la materia prima llegue sin sustancias indeseables ni contaminantes desde su lugar de origen, los domicilios. Es por esto mismo que el trabajo en conjunto con la comunidad es crucial, ya que sin una participación constante y ordenada de los habitantes de la comuna, el CIT no podría contar con la materia prima para poder operar de manera limpia y eficiente.

La participación de los habitantes de la comuna en el programa es completamente voluntaria. Ellos pueden inscribir su domicilio al programa de reciclaje de la Municipalidad y de esta forma su dirección queda apuntada para que el camión recolector lo incluya en su ruta. Además, se les entrega de manera gratuita los contenedores descritos en la Tabla 11.4, como también son beneficiarios de un saco al año de 25 kilos del compost producido en la planta. Como la participación en el programa es de forma voluntaria, los ciudadanos inscritos no tienen ninguna obligación con el municipio aparte de cuidar los contenedores que se les entrega, y de disponer de estos donde les corresponde. Si no llegaran a cumplir con separar los residuos en los contenedores correspondientes, o si decidieran dejar el programa aunque sea de forma temporal, el municipio no les podría infringir alguna multa o amonestación al respecto. Por ello es importante el trabajo con la comunidad y que la Municipalidad cumpla con los compromisos de recolección de los residuos de manera limpia y ordenada, de manera que los habitantes de la comuna no se desanimen de seguir participando en el programa, que

sean conscientes de la contaminación y daños que generan los desechos, y que sepan de los beneficios del reciclaje.

Cabe igual destacar que casi la totalidad de la población urbana de Santa Juana se encuentra exenta de pagar impuestos por la recolección de la basura, por lo tanto estos no se podrían verse beneficiados de no pagar dichos impuestos o una reducción de estos, medida que se ha aplicado en otras comunas como en San Antonio.

11.5.2. Recepción y segregación de residuos

En la segunda etapa, una vez que los camiones terminan su recorrido, estos se dirigen hasta el CIT, el cual se encuentra a una distancia de aproximadamente 12 kilómetros del centro urbano de la ciudad de Santa Juana. Una vez que ingresan los camiones con su carga, estos son pesados por medio de una romana antes y después de dejar el material en su zona correspondiente. Igualmente, en la entrada al recinto se clasifica el material que está ingresando como inorgánico, orgánico fresco, u orgánico seco. Esto se hace para tener registro de las toneladas de cada material que ingresan al CIT.

Una vez pesado y clasificado, dependiendo del tipo de material, este se dirige a su zona correspondiente. Los materiales inorgánicos son enviados a la zona de reciclaje, en donde son reducidos y después almacenados en el mismo edificio; mientras que los residuos orgánicos, tanto frescos como secos, son trasladados a la planta de compostaje.

11.5.3. Preprocesamiento y formación de pilas

En la tercera etapa los residuos orgánicos frescos son transportados al galpón de compostaje. Una vez en la planta, los operarios realizan limpieza y descarte de los residuos orgánicos que ingresan para así apartar materiales indeseables que podrían venir junto con el material orgánico, como lo son pequeños trozos de plásticos, piedras, o residuos orgánicos de origen animal, los cuales no se tratan en la planta. Si bien la separación principal de los residuos se realiza en los domicilios, de igual manera se lleva a cabo esta limpieza de las materias primas de forma de evitar que se cuelen al compost materiales contaminantes y/o indeseables.

Los residuos orgánicos secos por su parte, luego de ser pesados e ingresados a la planta son pasados por una chipeadora para reducir su tamaño y así homogeneizar el sustrato. La maquinaria utilizada corresponde a una chipeadora Vermeer BC 1000 XL de 49 HP (ver Figura 11.7).

Figura 11.7: Chipeadora de la planta de compostaje del CIT



Fuente: Elaboración Propia

Los residuos orgánicos frescos y secos que se encuentran listos se disponen en hileras en forma de pilas. Para su construcción se coloca primero una capa de material estructurante (materia orgánica seca) de aproximadamente 5 centímetros de alto, después se coloca una capa de material orgánico fresco de no más de 10 centímetros; a continuación, otra capa de material estructurante de 5 centímetros, para posteriormente colocar otra capa de material orgánico fresco. Este proceso se repite hasta que la pila tenga unas dimensiones de 2 m de ancho, 2,5 m de alto y 9 m de largo, aproximadamente (ver Figura 11.8). Se empieza con una capa de material estructurante para que esta absorba los lixiviados generados por la oxidación de la materia fresca. Para la formación de las pilas se utiliza un camión frontal John Deere 444k que tiene una capacidad de pala máxima de 3 metros cúbicos. Los operarios de la planta utilizan palas para homogenizar de forma manual las capas que van colocando en la pila. En la planta no cuentan con sistemas para medir con exactitud el grosor de las capas por lo que la estimación se hace solo de manera visual.

Figura 11.8. Dimensiones promedio de las pilas de compostaje en la planta



Fuente: Elaboración Propia

El método de compostaje utilizado en la planta es el de Pilas Estáticas con Volteo, en donde los residuos orgánicos son degradados aeróbicamente, y las pilas son aireadas al invertirse

mecánicamente el material orgánico. Se deja un espacio libre alrededor de las pilas de 1,5 m para permitir realizar las operaciones de volteo con el camión frontal.

11.5.4. Compostaje y maduración

Una vez que las pilas están construidas inicia la cuarta etapa del proceso, el compostaje del material. Dado que la técnica utilizada en la planta es con Pilas Estáticas con Volteo, se deja que el proceso de descomposición lo lleven a cabo los microorganismos y bacterias que se encuentran en la misma materia prima; mientras que el personal de la planta por su parte se encarga de que las pilas se encuentren en condiciones óptimas para acelerar la actividad de los bio organismos. Los parámetros de control que se utilizan para el cuidado del proceso de compostaje son la aireación y la humedad.

Para airear las pilas estas son volteadas con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana utilizando un camión frontal John Deere 444k. Mientras, para la mantención de la humedad de las pilas, estas se riegan por medio de una manguera, la cual está conectada a un estanque de agua de 5 m³ de capacidad, al cual se abastece de agua por medio de camiones aljibes del municipio. El riego se realiza con una frecuencia de 3 a 4 veces por semana en época de verano, y 1 a 2 veces en invierno.

Actualmente en la planta no cuentan con instrumentos para medir los niveles reales de temperatura y humedad de las pilas para saber cuándo estas necesitan realmente ser volteadas, o cuando necesitan ser suministradas con agua; sino que los protocolos con los que se cuentan actualmente se basan en recomendaciones generales de operación entregadas por la Empresa GeoCiclos; recomendaciones que fueron entregadas durante la capacitación en la licitación del proyecto.

Con la metodología de trabajo actual en la planta se mantienen 7 pilas en proceso compostaje dentro del galpón, las cuales se encuentran en la zona central de la planta; mientras que al fondo se tiene una octava pila, la cual corresponde a la materia orgánica que se encuentra en la última etapa del proceso, la cual corresponde a la etapa de maduración del compost. Las 7 pilas en proceso de oxidación están enumeradas del 1 al 7, en donde a la pila enumerada con el número 1 corresponde a la pila construida más recientemente, y que por tanto aún no ha entrado a la Fase Termofílica; mientras que las pilas de compostaje 6 y 7 se encuentran ya en la etapa Mesófila del proceso. Dependiendo de la velocidad con la cual ingresa nuevo material orgánico fresco a la planta, y que el material orgánico de las pilas se estabiliza, el material de la pila número 7 se mueve hacia la pila número 8. Una vez que se ha movido el material o una gran parte de este, el contenido de la pila 6 se mueve hacia a la pila 7. Este proceso se aplica a todas las pilas hasta que se desocupa por completo

o se ha rebajado considerablemente el volumen de la pila 1, para que de esta manera se pueda ingresar el nuevo material orgánico al proceso de compostaje. Según el protocolo el compost de la pila número 7 se encuentra ya en etapa de maduración, y listo para ser trasladado a la pila número 8 cuando su temperatura no supere los 40° C de temperatura.

Las primeras 7 pilas se construyen para que tengan forma de cono y posean las dimensiones mencionadas en el apartado anterior (2 m de ancho, 2,5 m de alto y 9 m de largo); sin embargo la pila numero 8 puede llegar a tener 4 metros de alto, y no mantienen unas dimensiones establecidas de ancho y largo por el personal, esto debido a que no se saca material seguido fuera de la planta para su uso, y por tanto esta pila también se utiliza para almacenar el compost que se encuentra listo, el cual se encuentra mezclado con el compost que se encuentra en Fase de Maduración. Según el protocolo de la planta se considera un compost maduro a aquel que no supera los 30° C. Al compost de la pila 8 no se le realiza volteo ni riego.

11.5.5. Entrega y distribución

En el sistema actual, la Municipalidad de Santa Juana entrega el compost elaborado en el CIT de forma gratuita a las personas de la comuna de Santa Juana inscritas al programa PRODESAL y Desarrollo Rural; como también a los vecinos perteneciente al programa de reciclaje de residuos que deseen recibir compost, a estos últimos el municipio les hace entrega de un saco de 25 kg de compost por vivienda una vez al año.

Por otra parte, instituciones públicas y privados pueden solicitar que se les otorgue sacos con compost producido en el CIT, para ello solo deben enviar una solicitud al municipio indicando para que será utilizado y que esta sea aprobada. No se cobra por la cantidad de compost entregado. Sin embargo, si se cobra el servicio de transporte con vehículos municipales si es que este también se solicita.

En total durante el año 2022 el CIT hizo entrega de alrededor de 84,45 toneladas de compost. La cantidad de kilogramos entregados y los beneficiarios del año 2022 se pueden observar en la Tabla 11.6.

De los registros se destaca que la mayor entrega de compost ocurrió el 31 de mayo, que corresponde para los beneficiarios del programa PRODESAL con 77,9 toneladas, un 92,2% de todo el compost entregado en el año 2022. El resto del año no se entregó compost en cantidades similares. Esto

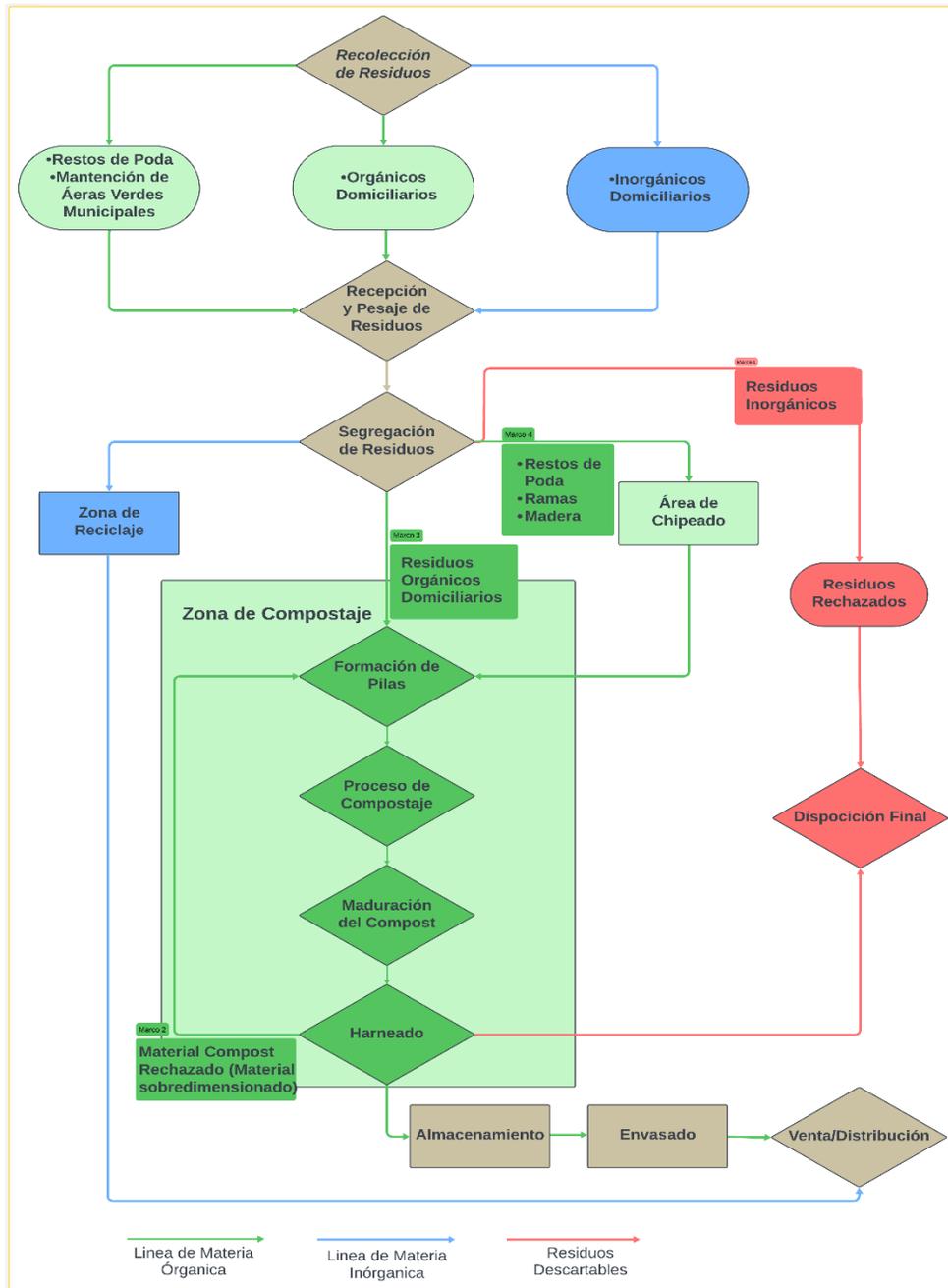
presenta un problema para las operaciones de la planta ya que el compost maduro no se retira a un ritmo que permite despejar el espacio que corresponde a la pila 8, compost en etapa de maduración, sino que el material se va acumulando. Como es necesario hacer espacio para formar nuevas pilas con el material reciente que va ingresando a la planta, se opta en la práctica por acumular todo el compost que se estima que ya ha terminado su etapa Termofílica a la pila número 8, de ahí la razón de que esta pila tenga una altura de casi 4 metros. Los problemas que genera se explican en mayor detalle en la sección “3.3.3”.

Tabla 11.6: Beneficiarios de la entrega de compost, año 2022

Beneficiario	N° Sacos Entregados	Equivalente en kg	Fechas de entregas
PRODESAL	3116	77900	31 – mayo
Desarrollo Rural	128	3200	25 – agosto 31 – agosto
Programa de Reciclaje	49	1225	18 – agosto 29 – agosto
Liceo Nueva Zelandia	56	1400	04 – julio 31 – agosto
Jardines infantiles	25	625	10 – agosto
Escuela especial de Huallerehue	4	100	11 – agosto

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Figura 11.9: Diagrama de flujo de las operaciones del CIT



Fuente: Elaboración Propia

11.6. Siniestro 2023



PROYECTO COMPOST DE ALTA CALIDAD COMUNA DE SANTA JUANA – CODIGO BIP-40041188-0

INFORME SITUACION PLANTA DE COMPOSTAJE SANTA JUANA AFECTADA POR INCENDIO FORESTAL

Preámbulo

La Universidad de Concepción y el Centro EULA postularon a un proyecto FIC al Gobierno Regional del Biobío, denominado "Compost de Alta Calidad Comuna de Santa Juana" (Cód. BIP 40041188-0), el cual fue adjudicado mediante Convenio transferencia de recursos de fecha 29 junio 2022, según asignación presupuestaria 33-01-508 por un monto de \$ 314.000.000, y con una duración de dos años, desde su fecha de inicio 03 agosto 2022 y término el 03 agosto 2024.

El objetivo del citado proyecto es incrementar la producción y demanda de abono orgánico de alta calidad, obtenido a partir de residuos orgánicos domésticos, junto con fortalecer la asociatividad entre los diferentes actores relevantes en la cadena del valor de la producción agrícola a pequeña y mediana escala.

Dicha instalación fue afectada por un gran siniestro forestal, que involucro a toda la comuna, durante la primera semana de febrero 2023.

Descripción estado original de la instalación

El Centro Integral de Transferencia -que incluye la plata de compostaje- opera desde el año 2019 en la comuna de Santa Juana, contando con su respectiva Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 49 de fecha 19 febrero 2014. Se localiza en el sector Chivicura a 10 km dirección este de la ciudad de Santa Juana, en el camino a Tanahullín ruta O-88.

Dicha instalación tiene por propósito operar un sitio de acopio temporal de residuos sólidos domiciliarios (RSD) generados en el sector urbano de la comuna, implementando zonas para efectuar reciclaje y otra para producir compost y obtener un material tipo abono para distribuirlo entre la población rural y la actividad desarrollada por la pequeña agricultura familiar campesina.

Ocupa una superficie de 2,5 ha., correspondiente a un exvertedero el cual se halla sellado, y donde en la Tabla 1 se incluyen las siguientes obras, equipos e instalaciones:

Tabla 1: Áreas de instalaciones, equipos y otros de la planta de compostaje

Áreas	Superficie (m ²)
Recepción de residuos sólidos	2.860
Reciclaje de residuos domiciliarios	500
Compostaje de residuos orgánicos	3.410
Vías de circulación	350
Oficinas administrativas, baños/camarines	95
Cercado perimetral	220
Sistema de pesaje	120
Contenedor bodega	30

EVALUACIÓN ESTADO INFRAESTRUCTURA POST INCENDIO DE LA INSTALACIÓN

El examen in situ de la planta de compostaje, se realizó una vez finalizado y controlados los incendios en la comuna, el día 09 de febrero 2023 y para lo cual se procedió a recorrer cada una de las instalaciones y los equipamientos asociados, captando notas, haciendo mediciones menores, fotografías y videos para demostrar los efectos negativos provocados por el fuego. En tal oportunidad, estuvo presente la funcionaria municipal y encargada de planta, Ana Carrasco. En la Tabla 2 se resume la situación de las diversas instalaciones que la conforman.

Tabla 2. Instalaciones afectadas en la Planta de Compostaje

Descriptor	Daño detectado	Tipo daño	% daño
Galpón de reciclaje	Cubiertas laterales / pilares / estructura hormigón / techumbre	estructural	90
Galpón de compostaje	Cubiertas laterales / pilares (2)	funcional	20
Sistema de pesaje	Operativo	0	0
Vías de tráfico	Sin daño	0	0
Oficinas administrativas, baños/camarines	Sin daño estructural	0	0
Cerco perimetral	Funcional / caída sector de 6 m	funcional	20
Contenedor oficina/lab.*	Sin daño	0	0
Invernadero*	daño leve / malla aireadora, cubierta zona de ventiladores y sector trasero	funcional	25
Sistema de agua potable	Sin daño	0	0
Red y sistema eléctrico	Línea quemada, sin conexión y transformador dañado	estructural	80
Estanque acumulador de agua	Sin daños	0	0

* Equipamiento adquirido por proyecto FIC

En relación al estado de la maquinaria y el equipamiento que dispone la planta, en la Tabla 3 se resume tal condición:

Tabla 3. Estado de la Maquinaria y Equipamiento*

Descriptor	Unid.	Daño detectado	Tipo daño	% daño
Chipeadora	1	Sin daño	0	0
Retroexcavadora	1	Sin daño	0	0
Prensas hidráulicas	3	Con daños	Quemadas	100
Grúa horquilla	1	Sin daño	0	0
Pala mezcladora	1	Sin daño	0	0
Picadora	1	Con daño	Quemada	100
Generador eléctrico	1	Sin daño	0	0
Contenedores (1.500 l)	5	3 quemados*/2 operativos	*estructural	60
Bins acopiar RSD	34	24 quemados* / 10 operativos	*estructural	30
Bins set domiciliarios	360	Sin daño	0	0
Herramientas manuales	20	Con daños	estructural	100
Termómetro digital	1	Sin daño	0	0
Torre y estanque de agua	1	Sin daño	0	0
Manguera de riego	100 m	Con daño	Quemada	100

* Equipos y maquinaria de propiedad de la planta de compostaje

ANÁLISIS DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURA APORTADA POR EL PROYECTO

La revisión en terreno inicial se enfoca en observar, detectar y registrar los principales daños y/o deterioros causados por el siniestro forestal en las instalaciones y equipamiento de la planta de compostaje, considerando tanto las estructuras existentes previas al inicio del proyecto FIC, como de aquellas instaladas a posteriori.

a) Contenedor oficina- laboratorio

Como muestran los registros fotográficos (ver Anexo), dicha instalación emplazada lateralmente a los contenedores administrativos de la planta, no presenta daños evidentes en su estructura, tanto en el exterior como internamente. Días previos al incendio se estimaba hacer la conexión eléctrica para energizarlo y dejarlo en condiciones operativas para emplazar los diversos instrumentos para ejecutar análisis al compost.

Asimismo, ya se habían instalado algunos muebles (escritorio, estante, organizador) para desarrollar las labores de los profesionales del proyecto en terreno.

b) Invernadero

Sorprendentemente, el invernadero -ubicado en una zona adyacente, previamente perfilada para su disposición- sigue en pie, a pesar del calor generado por el siniestro, detectándose averías menores – en la malla de aireación perforada en varios sitios, desprendimiento de la cubierta soportante del sistema de ventilación (3) y rajadura en la cubierta trasera- las cuales son fáciles de recuperar (ver Anexo).

Valga consignar que ya se habían iniciado acciones para su preparación y funcionamiento, consistentes en dimensionar y fabricar los bancales necesarios para los cultivos a experimentar e instalar una red de abastecimiento hídrico, los cuales no alcanzaron a emplazarse.

c) Otros equipos menores

Las herramientas manuales adquiridas por el proyecto (palas, rastrillos, artículos de carpintería, etc.) no fueron afectadas y están en buen estado.

ESTADO DE LOS GALPONES

Durante el análisis en terreno, se constataron las siguientes observaciones, las que se validan con registros fotográficos incluidos en Anexo respectivo:

1) Galpón de reciclaje

Totalmente afectado por el incendio (ver Anexo). Presenta daño estructural en los pilares de la base como en los travesaños que soportan la superficie de cobertura, detectándose, enrollamiento de la cubierta y deformación del perfil. Los pilares están fuera de norma -en 10° a lo menos- según profesional arquitecto del municipio. Asimismo, la parte inferior de material hormigón, evidencia rotura en las zonas de uniones producto del calor generado. En dicho galón se encontraban las dos máquinas prensadoras, y la picadora, las cuales también fueron dañadas por el fuego. Además, se consigna que la red eléctrica y las luminarias están destruidas.

Personal municipal estima que tal instalación debería removerse totalmente, ya que no está en condiciones para reacondicionarla a la brevedad. Se sugiere efectuar un análisis estructural por parte de un experto para definir qué hacer con dicho galpón.

2) Galpón de compostaje

In situ se comprueba que no presenta daños evidentes, ya que toda su estructura externa e interna se mantiene en su forma original, ya sea en los pilares, en la armazón correspondiente, la cubierta protectora y el piso de hormigón (ver Anexo).

No obstante, en la base de los pilares ubicados en las esquinas traseras de la instalación y otros del sector opuesto, se detecta un probable daño por la combustión generada, lo que amerita una inspección experta.

Asimismo, aún permanecen pilas de compost humeantes y restos de material ya quemado (cenizas), junto con armazones de los bins destruidos. En otra área se constata la presencia del set de bins que se distribuyen en los domicilios, los cuales no muestran daños (ver Anexo).

CONCLUSIONES

De la observación preliminar y superficial realizada in situ, se estima lo siguiente:

- a) Los daños del galpón de reciclaje son estructurales (asegurarse mediante un análisis ingenieril), apreciándose daños tanto sobre los pilares, las cubiertas laterales y en la techumbre
- b) En el galpón de compostaje se verifican averías de menor cuantía, las cuales pueden remediarse en un plazo mínimo, de modo de colocar prontamente en operaciones tal instalación, debido al incremento del volumen de residuos domiciliarios en la comuna producto del siniestro. Punto en el cual la Municipalidad ésta de acuerdo, según comunicación personal de la encargada de planta.
- c) A fin de validar el estado estructural se sugiere realizar un análisis ingenieril de ambos galpones.
- d) El invernadero presenta daños menores producidos por el siniestro, que son subsanables en corto plazo.
- e) Los contenedor oficina-laboratorio no muestra perjuicios externos ni internos
- f) De los 5 bins con ruedas para trasladar los residuos en el sector de reciclaje, 3 han sido quemados
- g) Los bins para acopiar (contenedores) los residuos sólidos domiciliarios han sido destruidos por el fuego, restando solo la estructura metálica
- h) Los set de contenedores para segregar en las viviendas no muestran daños
- i) De los equipos y maquinarias motorizadas con que contaba la planta -retroexcavadora, chipeadora, grúa horquilla y pala mezcladora- se denotan en condiciones operativas.
- j) El sistema de abastecimiento de energía, revela diversos problemas, como quemado de tableros, cortes, destrucción parcial, falla de un transformador y pérdida de conexión.
- k) A su vez, la red de dotación de agua potable aún funciona pero con menor volumen hídrico.
- l) El sistema de pesaje no muestra detrimentos a la vista, ni tampoco la cabina anexa que registra el ingreso de material.

Santa Juana, 10 febrero 2023.

FOTOGRAFÍAS



Fotos 1 y 2: Vista Interior galpón de compostaje, mostrando contenedores y pila sinlestrados



Fotos 3 y 4: Interior del galpón de compostaje, con material quemado y pila ardiendo.



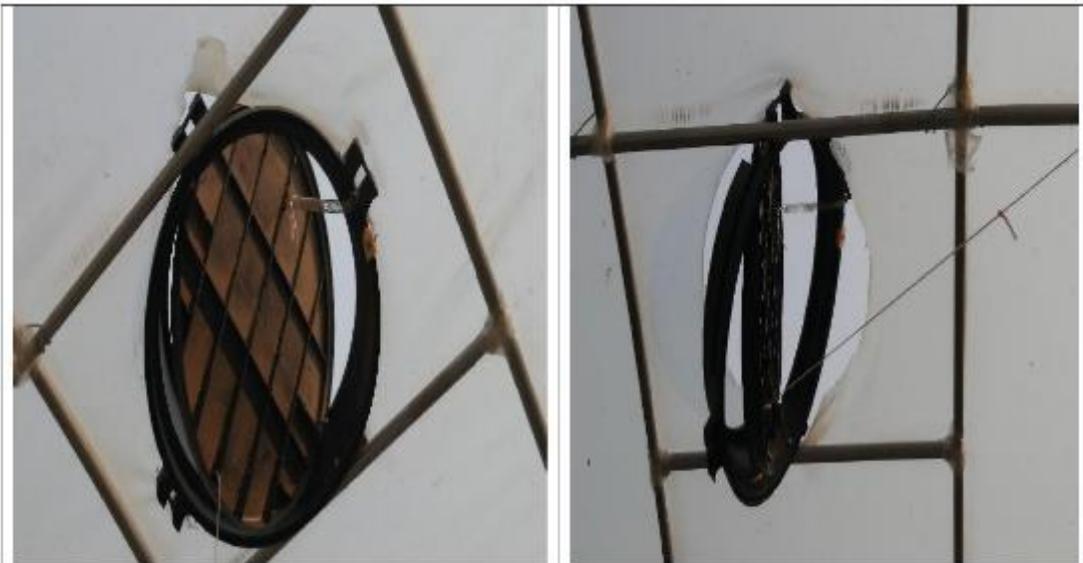
Fotos 5 y 6: Interior galpón compostaje, con pilas de material orgánico ardiendo y otras quemadas.



Fotos 7 y 8: Vistas externas del galpón mostrando daños en la cubierta



Fotos 9 y 10: Áreas siniestradas e invernadero emplazado en la instalación.



Fotos 11 y 12: Escotillas de ventilación con cubierta de soporte dañada en invernadero



Fotos 13 y 14: Invernadero mostrando la rejilla de alreación dañada por quemaduras



Fotos 15 y 16: Corte de la cubierta protectora del invernadero en sector trasero



Fotos 17 y 18: Estado de las dos prensas y de la picadora quemadas en galpón de reciclaje



Fotos 19 y 20: Vistas externas del galpón de reciclaje detallando daños en las cubiertas de hojalata



Fotos 21 y 22: Vistas interiores del galpón de reciclaje mostrando deterioro de las estructuras metálicas



Fotos 23 y 24: Detalle de falla en material tipo hormigón y del box de distribución eléctrica del galpón de reciclaje



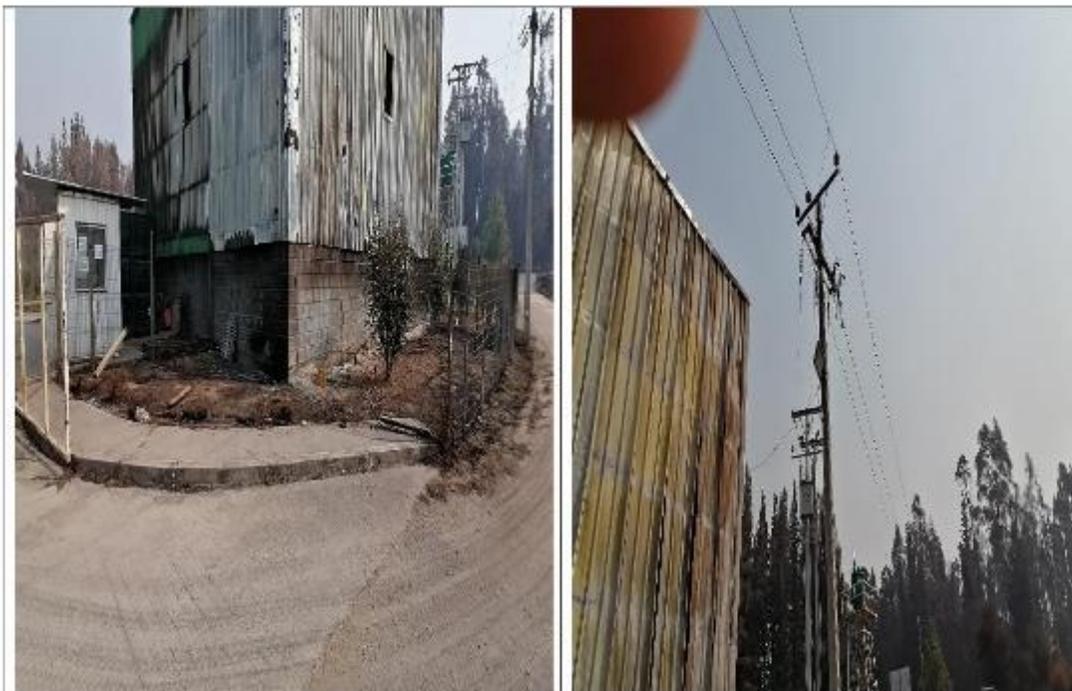
Fotos 25 y 26: Daños por el fuego en vigas maestras del galpón de compostaje



Fotos 27 y 28: Luminarias dañadas y bins de acopio de residuos, quemados en galpón de compostaje



Fotos 29 y 30: Sistema de registro de pesaje y balanza operativa, sin daños



Fotos 31 y 32: Sector de cerco perimetral y postación eléctrica deteriorada por el fuego

VIDEOS

<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#m:tsd;d:24hrs;@-72.4,-36.6,9z>

Sitio de la NASA "Información sobre incendios para el sistema de gestión de recursos", mostrando los diferentes focos de incendios en la región del Biobío, entre ellos la comuna de Santa Juana.

WEB

<https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2023/02/05/exigen-recuperar-pionera-planta-de-compostaje-danada-por-el-fuego.html>

Nota Diario Concepción destacando la idea de recuperar prontamente la planta de compostaje de Santa Juana.

11.7. Datos de la Gestión de Residuos

La siguiente información se obtuvo de los funcionarios de la Municipalidad de Santa Juana, principalmente por parte de Ana Carrasco, Encargada de la planta integrada de manejo de residuos sólidos domiciliarios; y de Claudio Garrido, Jefe de Medio Ambiente y Sustentabilidad.

Tabla 11.7: Residuos dispuesto por la comuna de Santa Juana a relleno sanitario, 2020-2023

Mes	Año 2020			Año 2021			Año 2022			Año 2023		
	Ton	Costo Ton	Sub. Total									
Enero	333,95	\$12.000	\$4.007.400	381,69	\$12.000	\$4.580.280	435,17	\$14.300	\$6.222.931	447,27	\$20.230	\$9.048.272
Febrero	313,41	\$12.000	\$3.760.920	419,03	\$12.000	\$5.028.360	409,40	\$14.300	\$5.854.420	451,84	\$20.230	\$9.140.723
Marzo	330,66	\$12.000	\$3.967.920	454,03	\$12.000	\$5.448.360	406,16	\$14.300	\$5.808.088	470,89	\$20.230	\$9.526.105
Abril	298,28	\$12.000	\$3.579.360	369,80	\$13.200	\$4.881.360	353,49	\$14.300	\$5.054.907	371,77	\$20.230	\$7.520.907
Mayo	345,25	\$12.000	\$4.143.000	365,98	\$13.200	\$4.830.936	362,51	\$14.300	\$5.183.893		\$20.230	\$0
Junio	285,50	\$12.000	\$3.426.000	375,75	\$14.300	\$5.373.225	317,33	\$14.300	\$4.537.819		\$20.230	\$0
Julio	320,85	\$12.000	\$3.850.200	384,88	\$14.300	\$5.503.784	325,27	\$14.300	\$4.651.361		\$20.230	\$0
Agosto	288,92	\$12.000	\$3.467.040	370,42	\$14.300	\$5.297.006	383,61	\$14.300	\$5.485.623		\$20.230	\$0
Septiembre	331,56	\$12.000	\$3.978.720	382,47	\$14.300	\$5.469.321	391,70	\$14.300	\$5.601.310		\$20.230	\$0
Octubre	322,74	\$12.000	\$3.872.880	364,09	\$14.300	\$5.206.487	331,83	\$14.300	\$4.745.169		\$20.230	\$0
Noviembre	310,22	\$12.000	\$3.722.640	372,15	\$14.300	\$5.321.745	364,35	\$14.300	\$5.210.205		\$20.230	\$0
Diciembre	368,30	\$12.000	\$4.419.600	383,90	\$14.300	\$5.489.770	393,43	\$14.300	\$5.626.049		\$20.230	\$0
Total Acumulado	3849,64		\$46.195.680	4624,19		\$62.430.634	4474,25		\$63.981.775	1741,77		\$35.236.007
Promedio	320,80		\$3.849.640	385,35		\$5.202.553	372,85		\$5.331.815	435,44		\$8.809.002

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.8: Vehículos usados para la gestión de residuos, Municipalidad de Santa Juana

Año	Patente	Tipo Vehículo	Marca	Rendimiento (km/lt)	Uso Semanal
2005	YD 13 17-8	Recolector	VOLKSWAGEN	2,5	2
2011	CZ KL 14-K	Recolector	VOLKSWAGEN	2,5	4
2018	KP TT 83-K	Recolector	MERCEDES BENZ	3,0	4

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.9: Costos vehículos usados para la gestión de residuos, Municipalidad de Santa Juana

Patente	Costo Combustible	Km Anual	Costo Mantención	Costo Mantención por km
YD 13 17-8	\$7.570.314	17.032	\$3.786.109	\$222
CZ KL 14-K	\$14.233.677	29.395	\$10.322.450	\$351
KP TT 83-K	\$19.492.265	29.395	\$8.776.427	\$299

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.10: Mantención vehículo VOLKSWAGEN YD1317-8, 2022

FECHA	DETALLE	Monto
27-01-2022	Reparación de tres niples a cañerías de aceite hidráulico por fuga y reposición de aceite a deposito	\$53.550
29-03-2022	[Sin describir]	\$410.550
08-04-2022	Desmontar cañería de aire que llega a acumuladores, reparar e instalar (soldadura) trabajo en terreno, sector liceo	\$427.210
14-04-2022	Reparación de luces, con cambio de focos traseros y ampolletas, focos delanteros, regulación de frenos, desarmar puerta LI para reparar chapa, incluye repuestos	\$208.250
05-may	Reparación de rueda	\$345.457
06-may	Desmontar enfriador de aceite y desarmar para cambiar empaquetaduras y armar, reposición de agua y aceite	\$297.857
25-07-2022	Sacar cardan y toma fuerza para desmontar caja de cambios, cambio de kit de embrague, más volante de inercia, armar e instalar, reparación de cable corriente de arranque	\$1.166.200
19-08-2022	Cambio de cuatro neumáticos traseros, regulación de frenos en general	\$130.900
14-10-2022	Reparación de rueda	\$23.800
04-11-2022	Cambio de válvula de levante eje intermedio por fuga de aire	\$317.135
18-11-2022	Regulación de frenos, reparación de luces	\$154.700
05-12-2022	Puesta a punto revisión técnica, vidrio parabrisa.	\$230.500
09-12-2022	Reparación rueda	\$20.000

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.11: Mantenimiento vehículo VOLKSWAGEN CZKL14-K, 2022

FECHA	DETALLE	Monto
06-01-2022	Cambio de huincha reflectante completa, regulación de frenos, cambio de ampolletas focos laterales, reparación de focos traseros (problemas eléctricos), trabajo en recinto Municipal	\$ 1.140.615
07-01-2022	Desmontar botella e instalar, botella telescópica de doble capa y cuatro tiempos de carro para descargar basuras, desmontar botella para reparar e instalar, por fuga de aceite en abre y cierra capacho	\$ 968.065
27-01-2022	Reparación del cilindro hidráulico doble capa y cuatro etapas del sistema de compresión y descargue de residuos	\$ 1.428.000
16-02-2022	Relleno sistema bomba y estanque hidráulico	\$ 171.600
29-03-2022	[Sin describir]	\$ 399.483
12-04-2022	Lavado y engrase	\$ 55.000
21-04-2022	Reparación de fuja de petróleo por inyectores, reparación de luces traseras	\$ 717.332
02-05-2022	Cambio de flexible metálico de aire, salida desde compresor, trabajo en terreno sector rio Lias	\$ 183.379
03-05-2022	Desarmar mazas traseras para embolar y rectificar tambores (reparación de frenos) cambiar chicharras de freno (2), reparación de rueda y regulación de frenos	\$ 586.432
03-06-2022	Reparación de rueda	\$ 410.550
23-06-2022	Reparación de soporte eje trasero, intermedio, desmontar ruedas para cambiar perno de anclaje y hacer golillas más soldar soporte y armar	\$ 380.800
01-07-2022	Reparación de rueda	\$ 581.315
07-07-2022	Reparación de luces, regulación de frenos, colocar huincha reflectante para revisión técnica	\$ 268.345
27-07-2022	Cambiar pulmón doble de freno trasero más reposición de aceite a depósito de dirección y regulación completa de frenos	\$ 283.220
03-08-2022	Reparación de rueda	\$ 471.835
04-08-2022	Sacar ruedas traseras de ambos lados, para retirar abrazaderas de paquetes de resortes, ambos lados, para cambiar por nuevas. Trabajo en terreno sector liceo	\$ 448.035
12-10-2022	Lavado y engrase	\$ 55.000
12-10-2022	Sacar rueda para reparar soporte de eje levante, cambiar perno de anclaje (trabajo de soldadura y oxicorte)	\$ 316.064
02-11-2022	Reparación de dos ruedas	\$ 399.840
04-11-2022	Cambio de mangueras hidráulicas de levante capacho (trabajo sobre techo camión)	\$ 125.545
23-11-2022	Reparación de palancas de mando hidráulico (enderezar y soldar) despejar tapabarro para enderezar, reparar e instalar LI	\$ 167.195
19-12-2022	Reparación frenos y rectificado de tambores, cambio de balatas	\$ 764.800

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.12: Mantenimiento vehículo MERCEDES BENZ KPTT83-7, 2022

FECHA	DETALLE	Monto
03-01-2022	Cambiar manguera hidráulica de botella levante contenedores y reparación de rueda	\$139.468
09-02-2022	Servicio de mantenimiento general consistente en cambios de aceites y filtros, junta anular;	\$1.537.405
01-03-2022	4 tambores de frenos posteriores	\$808.039
29-03-2022	[Sin describir]	\$1.532.958
03-05-2022	Cambio de manguera hidráulica de levante contenedores y soldadura a pisadera trasera	\$189.567
	Reparación de dos ruedas	\$53.550
13-07-2022	Reparación porta contenedores de basura y arreglo de rueda	\$101.150
19-08-2022	Reparación de rueda	\$83.300
20-08-2022	Reparación de dos neumáticos con parche incluidos	\$59.500
05-10-2022	Reparación de rueda	\$1.904.595
14-10-2022	Reparación de dos ruedas	\$47.600
24-10-2022	Reparación completa de frenos, desarmar masas delanteras, traseras, embolatado de patines, rectificando de tambores, cambio de chicharra de frenos e instalar y armar	\$1.785.595
24-10-2022	Reparación de dos ruedas	\$47.600
03-11-2022	Arreglo de rueda	\$71.400
14-11-2022	Reparación de dos ruedas	\$47.600
03-12-2022	Cambio de manguera hidráulica	\$93.500
09-12-2022	Reparación de rueda y arreglo de yanta torcida	\$70.000
23-12-2022	Reparación pisadera trasera, cambio manguera hidráulica, reparación de rueda	\$203.600

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.13: Costos servicio de contratación para la gestión de residuos

Año 2022	Disposición RSD CEMARC	Año 2023	Disposición RSD CEMARC
Enero	\$6.222.931	Enero	\$7.603.590
Febrero	\$5.854.420	Febrero	\$7.603.590
Marzo	\$5.808.088	Marzo	\$7.603.590
Abril	\$5.054.907	Abril	\$7.603.590
Mayo	\$5.183.893	Mayo	
Junio	\$4.537.819	Junio	
Julio	\$4.651.361	Julio	
Agosto	\$5.485.623	Agosto	
Septiembre	\$5.601.310	Septiembre	
Octubre	\$4.745.169	Octubre	
Noviembre	\$5.210.205	Noviembre	
Diciembre	\$5.626.049	Diciembre	
TOTALES	\$63.981.775	TOTALES	\$30.414.360

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

11.8. Datos Centro Integral de Transferencia

La siguiente información se obtuvo de los funcionarios de la Municipalidad de Santa Juana, principalmente por parte de Ana Carrasco, Encargada de la planta integrada de manejo de residuos sólidos domiciliarios; y de Claudio Garrido, Jefe de Medio Ambiente y Sustentabilidad.

Tabla 11.14: Toneladas de material orgánico recibidos en el CIT

2019			2020			2021			2022		
Mes	Materia Orgánica Fresca	Materia Orgánica Seca	Mes	Materia Orgánica Fresca	Materia Orgánica Seca	Mes	Materia Orgánica Fresca	Materia Orgánica Seca	Mes	Materia Orgánica Fresca	Materia Orgánica Seca
Enero			Enero	43,86	22,07	Enero	34,78	23,48	Enero	30,62	5,32
Febrero			Febrero	37,51	12,41	Febrero	44,02	10,55	Febrero	26,69	3,66
Marzo			Marzo	33,00	22,73	Marzo	40,53	37,37	Marzo	30,00	32,40
Abril	16,01	16,17	Abril		22,39	Abril		60,21	Abril	20,31	23,36
Mayo	24,98	62,94	Mayo		55,42	Mayo		47,94	Mayo	20,80	25,42
Junio	20,32	100,11	Junio		48,74	Junio	2,75	48,55	Junio	14,66	10,50
Julio	21,05	94,61	Julio		46,03	Julio	12,34	27,89	Julio	11,90	6,85
Agosto	20,46	127,81	Agosto	1,90	30,06	Agosto	13,17	30,95	Agosto	13,64	16,01
Septiembre	18,13	25,53	Septiembre	18,75	12,98	Septiembre	16,56	12,69	Septiembre	14,58	21,49
Octubre	30,47	17,29	Octubre	23,94	6,89	Octubre	19,99	13,42	Octubre	16,91	4,79
Noviembre	35,21	17,69	Noviembre	28,29	5,13	Noviembre	23,68	19,17	Noviembre	20,80	7,33
Diciembre	33,22	9,61	Diciembre	28,42	8,36	Diciembre	19,50	21,50	Diciembre	21,89	10,82
TOTAL	219,85	471,76	TOTAL	215,67	293,21	TOTAL	227,32	353,72	TOTAL	242,80	167,95

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.15: Costos servicio de contratación para operación en la planta de compostaje

Año 2022	Operación Planta de Compostaje	Año 2023	Operación Planta de Compostaje
Enero	\$5.677.078	Enero	\$8.808.770
Febrero	\$5.677.078	Febrero	\$8.808.770
Marzo	\$5.677.078	Marzo	\$8.808.770
Abril	\$5.677.078	Abril	\$8.808.770
Mayo	\$5.936.848	Mayo	
Junio	\$5.936.848	Junio	
Julio	\$5.936.848	Julio	
Agosto	\$6.122.398	Agosto	
Septiembre	\$6.702.137	Septiembre	
Octubre	\$6.122.398	Octubre	
Noviembre	\$6.122.398	Noviembre	
Diciembre	\$6.572.661	Diciembre	
TOTALES	\$72.160.848	TOTALES	\$35.235.080

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

Tabla 11.16: Costos operacionales planta de compostaje, 2023

	Partida	Sub-Partida	Total Mensual	Total Anual
Recursos Humanos	Encargada de la planta		\$750.000	\$9.000.000
	Funcionarios (6 Operarios y 3 Guardias)		\$8.807.770	\$105.693.240
Gastos Operacionales	Insumos y Materiales	Combustible Equipos	\$144.600	\$1.735.200
		Materiales de Oficina	\$100.000	\$1.200.000
		Artículos de Limpieza	\$100.000	\$1.200.000
		Sacos	\$200.000	\$2.400.000
	Mantenciones Equipos		\$600.000	\$7.200.000
	Servicios Básicos	Electricidad	\$485.600	\$5.827.200
		Agua	\$720.000	\$8.640.000
		Control de Vectores	\$300.000	\$3.600.000
Gas Licuado		\$66.000	\$792.000	
Total			\$12.273.970	\$147.287.640

Fuente: Municipalidad de Santa Juana, 2023

11.9. Cotización de Compostadora/Volteadora de Oruga



郑州市顺鑫工程设备有限公司

ZHENGZHOU SHUNXIN ENGINEERING EQUIPMENT CO.,LTD.



Cotización de Compostadora/Volteadora de oruga

From: Zhengzhou Shunxin Engineering Equipment CO.,LTD					
Atten: Olaya					
Email ID: olaya@sxferilizermachine.com			Cell Phon: +86 18260509559		
Date: 2023.07.25			Quotation No.: SX2307250		
No.	Equipment	Picture	Specification	Power (KW)	Price (USD)
1	Compostadora de tipo oruga		<ol style="list-style-type: none"> 1.Capacidad: 500-700m3/h 2.Peso: 4.5t 3. Dimensión (m): 3.5*2.8*2.8 4. Ancho de volteo (m): 2.4m 5. Altura de volteo (m): 1-1.3m 6. Distancia de pila (mm): 800 7. Velocidad de trabajo (m/min): 6-10 8. Velocidad de conducción: 50 m/min. 9. Característica: placa de empuje hidráulica delantera instalada, no es necesario tomar manualmente toda la pila 10. Función: voltear la materia prima para la fermentación. 11. Motor diesel 	75hp	\$10,825
Note: 1.The price above is EXW. 2.Payment term: 100% by T/T. 3.Delivery time: 10 working days after receive deposit. 4.Valid time: one week. 5.Warranty: 12 months(Except wearing spare parts).					

WhatsApp/WeChat: +86 18260509559

Email:olaya@sxferilizermachine.com

Contact:Olaya



郑州市顺鑫工程设备有限公司

ADDRESS: CHENGDESHI TIANQIHE INDUSTRIAL CITY, HENAN PROVINCE, CHINA

ZIP CODE: 451100



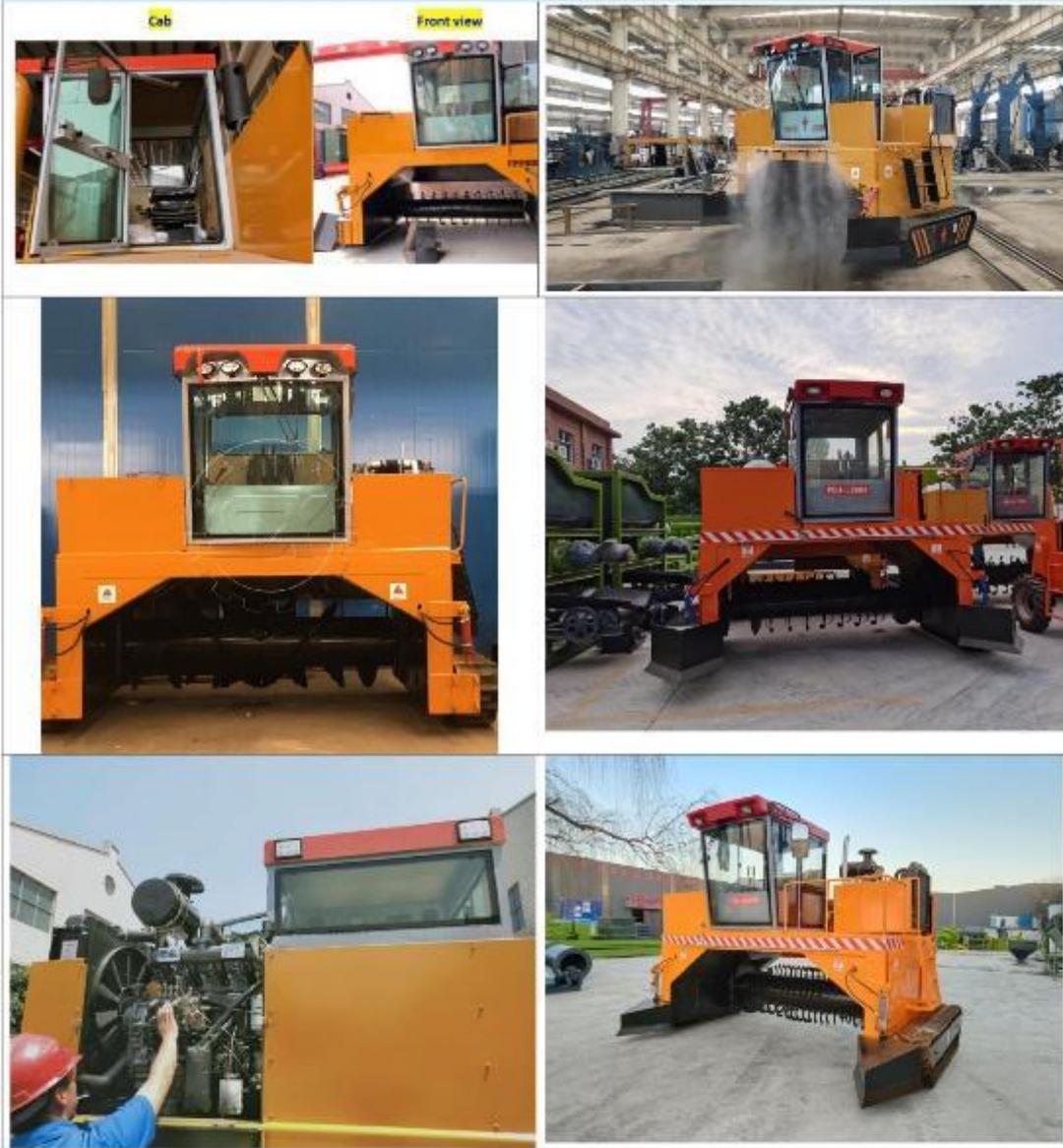
Volteadora de tipo oruga



Descripción y características:

1. Este volteador de compost se utiliza para la fermentación de pilas. 2. Equipado con dos placas de empuje hidráulicas delanteras, el estiércol en el suelo se puede apilar en una pila ordenada. No se requiere apilamiento manual. Ahorre mano de obra.
3. Esta volteadora tiene las dos funciones de agitar y romper, lo que puede convertir el material de manera uniforme y con alta calidad.
4. El embrague giratorio es de arranque suave (otro proveedor adopta un arranque duro de hierro a hierro, que tiene un fuerte daño a la cadena, el cojinete y el eje).
5. Fácil manejo y fácil operación.
6. Los dientes giratorios se fijan con un tornillo, que se puede reemplazar fácilmente.
7. No es necesario tomar manualmente toda la pila.
8. Elevación hidráulica del cilindro.







Certificate



Leading brand of fertilizer equipment
MANUFACTURER

Our company is the forerunner and expert among the fertilizer machinery manufacturers in China. We are experienced in manufacturing professional equipment for fertilizer production.

Our products are various and complete, including organic fertilizer, npk fertilizer, compound fertilizer and BB fertilizer production solutions.

郑州市顺鑫有机肥设备基地





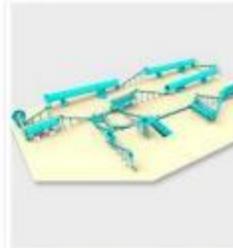
FACTORY STRENGTH



Office Area



Production Workshop



Production Line Design



Production



Product Loading



Delivery



Oversea Installation



Customer Trust

One-stop service for design, manufacture, abroad installation, technical training

CUSTOMER VISTING



Algeria



Brazil



Uzbekistan



Yemen



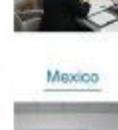
Egypt



Germany



Syria



Turkey



Australia



Mexico



Ukraine

India

India

Saudi Arabia

Saudi Arabia

Bangladesh

Bangladesh

11.10. Cotización Camión Mercedes Benz AROCS 3342 K

KAUFMANN

Fecha 27-12-2023

Propuesta de ventas
Válida hasta el 11-01-2024

0500336318



Imagen referencial al modelo del vehículo consultado. Imagen incluye accesorios y equipamiento no necesariamente incluido en precio entregado. Se adjunta ficha técnica del vehículo consultado.

AROCS 3342 K 6X4 3600 RET.

CHASIS CABINA
MERCEDES-BENZ
NUEVO Y SIN USO
2024

MODELO A FACTURAR : AROCS 3342 K 3600 RET.
PLAZO ENTREGA :

El valor de la compra final en pesos, será aquel correspondiente al día de pago de la factura. Los valores han sido calculados de acuerdo a los impuestos y aranceles vigentes.

PRECIO NETO (UNID)	USD	183.964,29
IVA 19% (UNID)	USD	34.953,22
PRECIO TOTAL UNITARIO	USD	218.917,51
PRECIO TOTAL (1 UNIDADES)	USD	218.917,51

COMPRADOR: I MUNICIPALIDAD DE SANTA JUANA

RUT: 69151400-5

VENDE: Comercial Kaufmann S.A.

RUT: 98572360-9

DIRECCION: YUNGAY 125 SANTA JUANA CONCEPCION

Los que realmente saben camiones no buscan un camión, buscan un Arocs. Fiabilidad, robustez, eficiencia y seguridad son algunas de las características que hacen de este camión, el referente de las faenas chilenas. Por algo lo llaman el camión que hace a las faenas parecer un trabajo fácil.

Atentamente, su ejecutivo de ventas:

Natali Del Pilar Guzmán Llanos

227202222

985098242

natali.guzman@kaufmann.cl

Sucursal

Paicavi

Modelo de Prevención de Delitos (MDP) Kaufmann Ley 20.383: En el marco de nuestro MDP aplicable a todas las empresas del Grupo Kaufmann, se solicita a nuestros clientes el no efectuar pagos en efectivo o abonos totales o parciales en efectivo, por sobre el equivalente a 10.000 dólares americanos, en toda la red de sucursales Kaufmann o directamente en nuestras cuentas corrientes bancarias. Las únicas vías autorizadas para efectuar pagos que excedan el límite antedicho son: depósito con cheque girado por el cliente, Voto Visto Bancario, Transferencia electrónica o Pago con Tarjeta de crédito.



KAUFMANN

TE INVITA A CONOCER NUESTRO FINANCIAMIENTO LEASING.

Financiamiento de hasta un 100% del valor del bien: Revisión caso a caso según la disponibilidad crediticia de cada cliente.

Beneficios tributarios para su empresa: Las rentas del leasing son consideradas gasto, por tanto, disminuye la base imponible de su empresa.

Flexibilidad de plazos y formas de pagos: Poder configurar pagos especiales durante el crédito con estacionalidades especiales según las necesidades de cada cliente.

Diversifica fuentes de financiamiento

No paga impuestos de timbres y estampillas

Autorizo a ser contactado por Kaufmann Servicios Financieros

Contamos con un programa de financiamiento de Crédito Convencional y Leasing para cubrir las necesidades de su negocio.

Si desea más información sobre nuestros productos, puede contactar a su ejecutivo KSF:

* El monto del crédito es una simulación meramente referencial y no vinculante, valores cuota pueden variar al realizar el cálculo de la contratación del crédito automotriz definitivo, aprobación sujeta a evaluación financiera de BK Servicios Financieros.

My Service

TRUCKS

Prepago de Mantenimiento

Lo que tu vehículo necesita,
de la forma que **más te conviene.**



Menores costos de servicio.



Control de gastos.



Protección frente al alza de precios.

VALOR ESPECIAL
2

\$2.971.174 + IVA

*El tope de mantenimiento y los intervalos varían de acuerdo al modelo. Consulta por el tuyo.
No considera aplicación de oca acciones (minera, forestal, alto riego).

Vigencia del My Service es de 24 o 36 meses dependiendo negocio.

No considera reparación o cambio de algún ítem adicional a la pauta preventiva recomendada por fábrica.

Contamos con la más amplia cobertura,
de Arica a Punta Arenas, a través de nuestras 34 sucursales.

www.kaufmann.cl

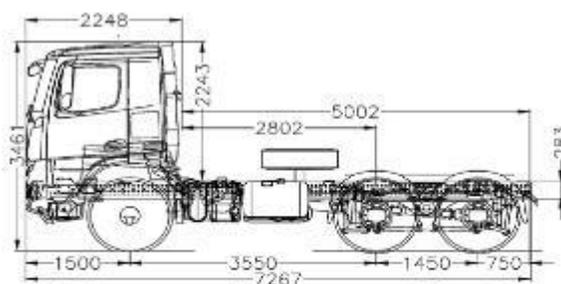


Chasis Cabina Arocs

AROCS 3342 K 6X4 3600 RET.



PESO	
Peso eje delantero	(1) 5.367 Kg.
Peso eje trasero	(1) 2.378 Kg. ; (2) 2.378 Kg.
Tara	10.123 Kg.
Capacidad eje delantero	(1) 9.000 Kg.
Capacidad tandem trasero	36.000 Kg.
Carga útil	34.877 Kg.
Peso bruto vehicular	45.000 Kg.
Peso bruto vehicular combinado	45.000 Kg.



KAUFMANN

56 2 2720 2000 - 56 2 2720 2842 | servicioclientes@kaufmann.cl | kaufmann.cl

Chasis Cabina Arocs

AROCS 3342 K 6X4 3600 RET. 12 M



INFORMACIÓN TÉCNICA

VEHÍCULO

Tipo de vehículo	Chasis Cabina
Tracción	6X4
Distancia entre ejes	3600 mm

MOTORIZACIÓN

Motor	OM471, 6L, 12,8 l, 310 kW (421 CV), 2100 Nm
Nivel de emisiones	Euro V
Potencia de motor	310 kW / 421 CV
Cilindrada	12.809 cc
Torque	2100 Nm a 1117 RPM
Freno de motor	High Performance Engine Brake
Sistema eléctrico	24 V

TRANSMISIÓN

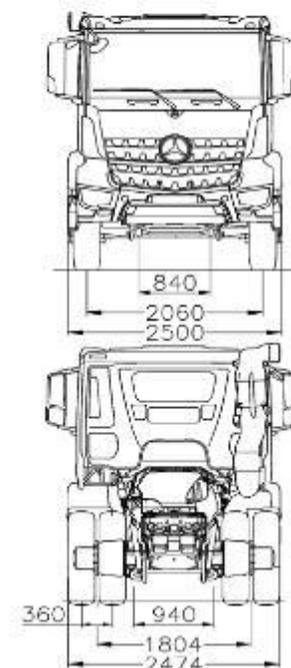
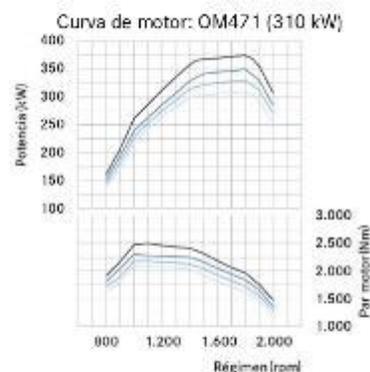
Modelo	Mercedes PowerShift 3 Cambio G 330-12/11,63-0,77 (V:12)
Tipo de transmisión	Mercedes PowerShift 3
Relación de eje trasero	1 - 5,333
Embrague	Bidisco

OTROS

Cabina	M
Neumáticos	325/95 R 24
Llantas	base inclinada 8.50-24
Depósito de combustible izq.	290 L
Depósito de combustible der.	-
Depósito de AdBlue	60 L
Tipo de frenos	Tambor en eje delantero y trasero
Sistema de frenos	ABS desconectable

EQUIPAMIENTO Y SEGURIDAD

Aire acondicionado	Si
Tempomat	Si



Santiago: Pajaritos | Casa Matriz | Quilicura | San Bernardo | Vicuña Mackenna | La Dehesa | Cantagallo
 Regiones: Arica | Iquique | Antofagasta | Calama | Copiapó | La Serena | Viña del Mar | Placilla | Rancagua | Curicó | Linares
 Talca | Chillán | Los Angeles | Temuco | Valdivia | Osorno | Llanquihue | Puerto Montt | Castro | Coyhaique | Punta Arenas

Kaufmann se reserva el derecho de modificar las especificaciones de sus productos sin previo aviso.
 Fotografías son referenciales y pueden incluir opcionales.

KAUFMANN



Mercedes-Benz

VARIABLES TECNICAS
OFERTA N° 0500336318

DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
PESO BRUTO VEHICULAR	45.000,00	kg
PESO BRUTO COMBINADO	45.000,00	kg
LARGO	7,2670	m
ANCHO	2,5000	m
ALTO	3,4810	m
CILINDRADA	12.809,00	cm3
COMBUSTIBLE	DIESEL	
CARGA UTIL ADMISIBLE	30.683	kg
NUMERO Y DISPOSICION DE EJES	52-08	
POTENCIA	421	CV
TIPO TRACCION	6X4	
PESO VEHICULAR	10.317,00	kg
DISTANCIA ENTRE EJES	3,5500	m
VOLADIZO	0,75	m
CAPACIDAD MAXIMA EJE DELANTERO	9.000,00	kg
CAPACIDAD MAXIMA EJE TRASERO	32.000,00	kg
PESO EJE DELANTERO	5.423,00	kg
PESO EJE TRASERO	4.894,00	kg
CAPACIDAD DEPOSITO COMBUSTIBLE	290,00	l
CLASIFICACION OPORTUNIDAD CRM	CAMIONES	
TIPO DE VEHICULO	CHASIS CABINA	
CLASIFICACION DE VEHICULOS	CAMION	
APLICACION	CARGA GENERAL	

11.11. Proyección de la Generación de Residuos

Tabla 11.17: Proyección generación de residuos por año, comuna de Santa Juana, periodo 2024 - 2039

Año	Población	PPC_t [kg/hab-día]	TAD_t [ton]	$TAD_{Organicos}$ [ton]
2024	14.890	0,94	5.086,30	2.390,56
2025	14.907	0,95	5.183,77	2.436,37
2026	14.920	0,97	5.281,68	2.482,39
2027	14.929	0,99	5.379,99	2.528,60
2028	14.934	1,01	5.478,66	2.574,97
2029	14.935	1,02	5.577,65	2.621,50
2030	14.932	1,04	5.676,91	2.668,15
2031	14.924	1,06	5.776,00	2.714,72
2032	14.913	1,08	5.875,63	2.761,55
2033	14.898	1,10	5.975,38	2.808,43
2034	14.878	1,12	6.074,77	2.855,14
2035	14.853	1,14	6.173,72	2.901,65
2036	14.839	1,16	6.278,93	2.951,10
2037	14.826	1,18	6.386,35	3.001,58
2038	14.812	1,20	6.495,16	3.052,73
2039	14.799	1,22	6.606,27	3.104,95

Fuente: Elaboración Propia

11.12. Flujos de Caja de la Evaluación Económica

11.12.1. Flujos de caja considerando fijos los valores de mercado

Tabla 11.18: Flujo de Caja Escenario 0 (Escenario Base)

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$102.895.895	-\$104.867.612	-\$106.848.328	-\$108.837.210	-\$110.833.388	-\$112.835.944	-\$114.843.918	-\$116.848.472
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$489.427.274	-\$302.411.563	-\$300.732.298	-\$306.381.161	-\$304.717.358	-\$310.379.894	-\$308.727.888	-\$314.392.422

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.18: Flujo de Caja Escenario 0 (Escenario Base) - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$118.864.069	-\$120.881.912	-\$122.892.586	-\$124.894.435	-\$127.022.694	-\$129.195.819	-\$131.397.150	-\$133.644.900
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$312.748.039	-\$318.425.863	-\$316.776.557	-\$322.438.386	-\$320.906.665	-\$326.739.769	-\$325.281.120	-\$331.188.850

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.19: Flujo de Caja Escenario 1

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$4.328.541	-\$4.411.486	-\$4.494.809	-\$4.578.476	-\$4.662.449	-\$4.746.691	-\$4.831.161	-\$4.915.487
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$357.831.854	-\$352.106.228	-\$355.936.792	-\$355.383.772	-\$355.545.772	-\$363.055.608	-\$358.859.471	-\$362.688.849

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.19: Flujo de Caja Escenario 1 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$5.000.278	-\$5.085.163	-\$5.169.746	-\$5.253.958	-\$5.343.488	-\$5.434.905	-\$5.527.509	-\$5.622.066
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$593.351.840	-\$402.006.982	-\$400.351.796	-\$409.690.997	-\$403.771.118	-\$409.579.384	-\$411.774.826	-\$413.280.452

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.20: Flujo de Caja Escenario 2

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel vehículos	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$10.359.717	-\$10.558.232	-\$10.757.654	-\$10.957.898	-\$11.158.876	-\$11.360.496	-\$11.562.662	-\$11.764.484
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$354.454.198	-\$352.090.168	-\$351.687.643	-\$351.039.985	-\$354.559.603	-\$357.832.798	-\$353.538.918	-\$360.724.553

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.20: Flujo de Caja Escenario 2 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel vehículos	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$11.967.417	-\$12.170.577	-\$12.373.014	-\$12.574.564	-\$12.788.840	-\$13.007.634	-\$13.229.267	-\$13.455.574
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$360.347.166	-\$359.720.379	-\$363.250.444	-\$366.523.130	-\$362.315.937	-\$369.623.058	-\$369.379.526	-\$368.918.428

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.21: Flujo de Caja Escenario 3

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Venta de Compost	\$33.917.884	\$34.567.827	\$35.220.736	\$35.876.338	\$36.534.344	\$37.194.452	\$37.856.347	\$38.517.114
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra de Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$4.328.541	-\$4.411.486	-\$4.494.809	-\$4.578.476	-\$4.662.449	-\$4.746.691	-\$4.831.161	-\$4.915.487
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$323.913.970	-\$317.538.401	-\$320.716.056	-\$319.507.435	-\$319.011.428	-\$325.861.155	-\$321.003.124	-\$324.171.735

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.21: Flujo de Caja Escenario 3 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Venta de Compost	\$39.181.521	\$39.846.669	\$40.509.454	\$41.169.329	\$41.870.874	\$42.587.207	\$43.312.839	\$44.053.771
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra de Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$5.000.278	-\$5.085.163	-\$5.169.746	-\$5.253.958	-\$5.343.488	-\$5.434.905	-\$5.527.509	-\$5.622.066
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$554.170.319	-\$362.160.313	-\$359.842.343	-\$368.521.668	-\$361.900.244	-\$366.992.176	-\$368.461.987	-\$369.226.681

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.22: Flujo de Caja Escenario 4

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Venta de Compost	\$92.774.153	\$94.551.915	\$96.337.790	\$98.131.029	\$99.930.845	\$101.736.412	\$103.546.864	\$105.354.233
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$10.359.717	-\$10.558.232	-\$10.757.654	-\$10.957.898	-\$11.158.876	-\$11.360.496	-\$11.562.662	-\$11.764.484
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$261.680.045	-\$257.538.253	-\$255.349.853	-\$252.908.955	-\$254.628.758	-\$256.096.386	-\$249.992.053	-\$255.370.320

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.22: Flujo de Caja Escenario 4 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Venta de Compost	\$107.171.558	\$108.990.909	\$110.803.795	\$112.608.725	\$114.527.630	\$116.486.987	\$118.471.775	\$120.498.417
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$11.967.417	-\$12.170.577	-\$12.373.014	-\$12.574.564	-\$12.788.840	-\$13.007.634	-\$13.229.267	-\$13.455.574
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$253.175.608	-\$250.729.470	-\$252.446.649	-\$253.914.405	-\$247.788.307	-\$253.136.071	-\$250.907.751	-\$248.420.011

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.23: Flujo de Caja Escenario 5

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra de Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$219.687.181	-\$219.770.126	-\$219.853.449	-\$219.937.115	-\$220.021.089	-\$220.105.331	-\$220.189.801	-\$220.274.127
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$29.495.971	\$35.221.597	\$31.391.033	\$31.944.053	\$31.782.053	\$24.272.217	\$28.468.355	\$24.638.976

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.23: Flujo de Caja Escenario 5 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465	\$602.686.465
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra de Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$220.358.917	-\$220.443.802	-\$220.528.386	-\$220.612.598	-\$220.702.128	-\$220.793.545	-\$220.886.149	-\$220.980.705
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$206.024.015	-\$14.679.157	-\$13.023.971	-\$22.363.172	-\$16.443.293	-\$22.251.559	-\$24.447.001	-\$25.952.627

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.24: Flujo de Caja Escenario 6

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$209.532.697	-\$209.731.212	-\$209.930.634	-\$210.130.878	-\$210.331.856	-\$210.533.476	-\$210.735.642	-\$210.937.464
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$3.763.319	\$6.127.349	\$6.529.874	\$7.177.533	\$3.657.914	\$384.719	\$4.678.600	-\$2.507.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.24: Flujo de Caja Escenario 6 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497	\$557.390.497
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$211.140.397	-\$211.343.557	-\$211.545.994	-\$211.747.544	-\$211.961.820	-\$212.180.614	-\$212.402.247	-\$212.628.554
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$2.129.649	-\$1.502.862	-\$5.032.927	-\$8.305.613	-\$4.098.420	-\$11.405.541	-\$11.162.009	-\$10.700.911

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.25: Flujo de Caja Escenario 7

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638
Venta de Compost	\$334.828.435	\$335.478.378	\$336.131.287	\$336.786.889	\$337.444.895	\$338.105.003	\$338.766.898	\$339.427.665
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantenición	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra de Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantenición	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$31.209.719	-\$31.292.663	-\$31.375.987	-\$31.459.653	-\$31.543.627	-\$31.627.869	-\$31.712.339	-\$31.796.664
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$25.343.041	\$31.718.610	\$28.540.956	\$29.749.577	\$30.245.583	\$23.395.856	\$28.253.888	\$25.085.276

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.25: Flujo de Caja Escenario 7 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638	\$75.227.638
Venta de Compost	\$340.092.072	\$340.757.220	\$341.420.005	\$342.079.880	\$342.781.425	\$343.497.758	\$344.223.390	\$344.964.322
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra de Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$31.881.455	-\$31.966.340	-\$32.050.923	-\$32.135.136	-\$32.224.665	-\$32.316.083	-\$32.408.687	-\$32.503.243
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$204.913.307	-\$12.903.301	-\$10.585.331	-\$19.264.657	-\$12.643.233	-\$17.735.165	-\$19.204.976	-\$19.969.669

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.26: Flujo de Caja Escenario 8

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011
Venta de Compost	\$311.686.196	\$313.463.958	\$315.249.833	\$317.043.072	\$318.842.888	\$320.648.455	\$322.458.907	\$324.266.275
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$29.915.739	-\$30.114.255	-\$30.313.676	-\$30.513.920	-\$30.714.898	-\$30.916.518	-\$31.118.684	-\$31.320.506
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$7.596.014	-\$3.454.222	-\$1.265.822	\$1.175.076	-\$544.726	-\$2.012.355	\$4.091.978	-\$1.286.289

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.26: Flujo de Caja Escenario 8 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011	\$54.728.011
Venta de Compost	\$326.083.601	\$327.902.951	\$329.715.838	\$331.520.768	\$333.439.672	\$335.399.030	\$337.383.818	\$339.410.460
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$31.523.439	-\$31.726.599	-\$31.929.037	-\$32.130.586	-\$32.344.862	-\$32.563.656	-\$32.785.289	-\$33.011.596
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$908.423	\$3.354.561	\$1.637.382	\$169.626	\$6.295.724	\$947.960	\$3.176.280	\$5.664.020

Fuente: Elaboración Propia

11.12.2. Flujos de caja considerando la capacidad de la planta de compostaje

Tabla 11.27: Flujo de Caja Escenario 3

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Venta de Compost	\$345.076.424	\$351.688.867	\$358.331.486	\$365.001.495	\$371.695.968	\$378.411.833	\$385.145.866	\$391.868.431
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra de Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$4.328.541	-\$4.411.486	-\$4.494.809	-\$4.578.476	-\$4.662.449	-\$4.746.691	-\$4.831.161	-\$4.915.487
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$12.755.430	-\$417.361	\$2.394.694	\$9.617.723	\$16.150.196	\$15.356.225	\$26.286.395	\$29.179.582

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.27: Flujo de Caja Escenario 3 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Venta de Compost	\$398.628.030	\$405.395.164	\$412.138.253	\$418.851.746	\$425.989.174	\$433.277.065	\$440.659.550	\$448.197.708
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra de Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$5.000.278	-\$5.085.163	-\$5.169.746	-\$5.253.958	-\$5.343.488	-\$5.434.905	-\$5.527.509	-\$5.622.066
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$194.723.810	\$3.388.182	\$11.786.457	\$9.160.749	\$22.218.056	\$23.697.682	\$28.884.724	\$34.917.256

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.28: Flujo de Caja Escenario 4

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Venta de Compost	\$319.141.595	\$325.257.068	\$331.400.449	\$337.569.162	\$343.760.500	\$349.971.622	\$356.199.547	\$362.416.866
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantenición	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantenición	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$10.359.717	-\$10.558.232	-\$10.757.654	-\$10.957.898	-\$11.158.876	-\$11.360.496	-\$11.562.662	-\$11.764.484
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$35.312.603	-\$26.833.100	-\$20.287.194	-\$13.470.823	-\$10.799.103	-\$7.861.176	\$2.660.629	\$1.692.313

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.28: Flujo de Caja Escenario 4 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Venta de Compost	\$368.668.435	\$374.926.973	\$381.163.273	\$387.372.202	\$393.973.204	\$400.713.361	\$407.541.002	\$414.512.617
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantenición	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantenición	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$11.967.417	-\$12.170.577	-\$12.373.014	-\$12.574.564	-\$12.788.840	-\$13.007.634	-\$13.229.267	-\$13.455.574
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$8.321.269	\$15.206.594	\$17.912.829	\$20.849.072	\$31.657.267	\$31.090.303	\$38.161.476	\$45.594.188

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.29: Flujo de Caja Escenario 5

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra de Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$20.408.443	-\$20.491.387	-\$20.574.710	-\$20.658.377	-\$20.742.351	-\$20.826.593	-\$20.911.062	-\$20.995.388
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$29.495.971	\$35.221.597	\$31.391.033	\$31.944.053	\$31.782.053	\$24.272.217	\$28.468.355	\$24.638.976

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.29: Flujo de Caja Escenario 5 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726	\$403.407.726
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra de Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$21.080.179	-\$21.165.064	-\$21.249.647	-\$21.333.859	-\$21.423.389	-\$21.514.807	-\$21.607.410	-\$21.701.967
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$206.024.015	-\$14.679.157	-\$13.023.971	-\$22.363.172	-\$16.443.293	-\$22.251.559	-\$24.447.001	-\$25.952.627

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.30: Flujo de Caja Escenario 6

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantenición	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantenición	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$26.439.618	-\$26.638.133	-\$26.837.555	-\$27.037.799	-\$27.238.777	-\$27.440.397	-\$27.642.563	-\$27.844.385
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$3.763.319	\$6.127.349	\$6.529.874	\$7.177.533	\$3.657.914	\$384.719	\$4.678.600	-\$2.507.035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.30: Flujo de Caja Escenario 6 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418	\$374.297.418
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$28.047.318	-\$28.250.478	-\$28.452.916	-\$28.654.465	-\$28.868.741	-\$29.087.535	-\$29.309.168	-\$29.535.475
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$2.129.649	-\$1.502.862	-\$5.032.927	-\$8.305.613	-\$4.098.420	-\$11.405.541	-\$11.162.009	-\$10.700.911

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.31: Flujo de Caja Escenario 7

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000
Venta de Compost	\$361.694.136	\$364.197.181	\$366.711.648	\$369.236.483	\$371.770.579	\$374.312.772	\$376.861.843	\$379.406.573
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$86.558.781	-\$88.217.442	-\$89.883.673	-\$91.556.775	-\$93.236.012	-\$94.920.616	-\$96.609.777	-\$98.296.062
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Compra de Camión	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0
Costos Lubricantes	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$9.688.508	-\$9.771.453	-\$9.854.776	-\$9.938.443	-\$10.022.417	-\$10.106.658	-\$10.191.128	-\$10.275.454
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$13.502.315	\$21.730.986	\$20.414.889	\$23.492.744	\$25.864.840	\$20.897.198	\$27.642.405	\$26.357.757

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.31: Flujo de Caja Escenario 7 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000
Venta de Compost	\$381.965.321	\$384.526.921	\$387.079.420	\$389.620.716	\$392.322.486	\$395.081.211	\$397.875.744	\$400.729.205
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$99.991.636	-\$101.689.100	-\$103.380.533	-\$105.064.542	-\$106.854.890	-\$108.682.981	-\$110.534.799	-\$112.425.667
Costos Personal	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696	-\$109.491.696
Costo Diesel	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921	-\$48.195.921
Costo Mantención	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413	-\$31.661.413
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980	-\$3.911.000	-\$7.570.980
Costos Lubricantes	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940	-\$623.940
Compra de Camión	-\$192.647.409	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631	-\$8.492.631
Costo Mantención	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883	-\$4.653.883
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0	\$0	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0	-\$228.778	-\$228.778	\$0
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$10.360.245	-\$10.445.130	-\$10.529.713	-\$10.613.925	-\$10.703.455	-\$10.794.872	-\$10.887.476	-\$10.982.033
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	-\$201.746.486	-\$7.840.028	-\$3.632.343	-\$10.430.249	-\$1.808.599	-\$4.858.139	-\$4.259.049	-\$2.911.214

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.32: Flujo de Caja Escenario 8

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Recepción RSA	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000
Venta de Compost	\$324.453.171	\$328.228.682	\$332.021.423	\$335.829.803	\$339.652.151	\$343.486.714	\$347.331.649	\$351.170.037
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$63.795.455	-\$65.017.920	-\$66.245.963	-\$67.479.071	-\$68.716.701	-\$69.958.285	-\$71.203.229	-\$72.446.052
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
Costos Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$15.719.684	-\$15.918.199	-\$16.117.621	-\$16.317.865	-\$16.518.843	-\$16.720.463	-\$16.922.629	-\$17.124.451
Compra Compostadora	-\$9.526.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
	-\$18.031.907	-\$20.360.994	-\$10.026.187	-\$5.570.148	-\$5.267.418	-\$4.706.051	\$3.432.765	\$85.518

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.32: Flujo de Caja Escenario 8 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Recepción RSA	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000	\$15.000.000
Venta de Compost	\$355.029.570	\$358.893.406	\$362.743.512	\$366.576.721	\$370.651.983	\$374.813.156	\$379.028.338	\$383.332.406
Gestión Residuos								
Costos Disposición	-\$73.695.723	-\$74.946.786	-\$76.193.404	-\$77.434.550	-\$78.754.071	-\$80.101.408	-\$81.466.233	-\$82.859.838
Costos Personal	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080	-\$91.243.080
Costo Diesel	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257	-\$41.296.257
Costo Mantención	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986	-\$22.884.986
Costos Neumáticos	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480	-\$3.785.490	-\$5.615.480
Costos Lubricantes	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950	-\$519.950
Planta Compostaje								
Costos Personal	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133	-\$58.725.133
Costo Diesel	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263	-\$16.985.263
Costo Mantención	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766	-\$9.307.766
Costos Neumáticos	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0	-\$3.911.000	-\$3.911.000	\$0
Costos Lubricantes	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980	-\$207.980
CostoAs Op. Fijos	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121	-\$25.817.121
Costos Op. Variables	-\$17.327.384	-\$17.530.544	-\$17.732.981	-\$17.934.531	-\$18.148.807	-\$18.367.601	-\$18.589.234	-\$18.815.541
Compra Compostadora	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo Caja Neto	\$4.322.437	\$8.813.060	\$9.133.101	\$9.693.623	\$17.976.079	\$14.830.131	\$19.288.845	\$24.054.011

Fuente: Elaboración Propia

11.13. Análisis de Sensibilidad de la Evaluación Económica

Tabla 11.33: Análisis de Sensibilidad VAN Privado Escenario 7 Considerando la Capacidad de la Planta

\$	Valor Venta Compost	\$34.661	\$32.350	\$30.039	\$27.728	\$25.418	\$23.107	\$20.796
Cobro por Tonelada	%	150%	140%	130%	120%	110%	100%	90%
\$22.500	150%	\$1.984.230.851	\$1.602.543.524	\$1.220.856.196	\$839.168.869	\$457.481.542	\$75.794.215	-\$305.893.113
\$21.000	140%	\$1.969.072.008	\$1.587.384.681	\$1.205.697.353	\$824.010.026	\$442.322.699	\$60.635.372	-\$321.051.956
\$19.500	130%	\$1.953.913.165	\$1.572.225.838	\$1.190.538.510	\$808.851.183	\$427.163.856	\$45.476.529	-\$336.210.799
\$18.000	120%	\$1.938.754.322	\$1.557.066.995	\$1.175.379.668	\$793.692.340	\$412.005.013	\$30.317.686	-\$351.369.641
\$16.500	110%	\$1.923.595.479	\$1.541.908.152	\$1.160.220.825	\$778.533.497	\$396.846.170	\$15.158.843	-\$366.528.484
\$15.000	100%	\$1.908.436.636	\$1.526.749.309	\$1.145.061.982	\$763.374.654	\$381.687.327	\$0	-\$381.687.327
\$13.500	90%	\$1.893.277.793	\$1.511.590.466	\$1.129.903.139	\$748.215.812	\$366.528.484	-\$15.158.843	-\$396.846.170
\$12.000	80%	\$1.878.118.950	\$1.496.431.623	\$1.114.744.296	\$733.056.969	\$351.369.641	-\$30.317.686	-\$412.005.013
\$10.500	70%	\$1.862.960.108	\$1.481.272.780	\$1.099.585.453	\$717.898.126	\$336.210.799	-\$45.476.529	-\$427.163.856
\$9.000	60%	\$1.847.801.265	\$1.466.113.937	\$1.084.426.610	\$702.739.283	\$321.051.956	-\$60.635.372	-\$442.322.699
\$7.500	50%	\$1.832.642.422	\$1.450.955.094	\$1.069.267.767	\$687.580.440	\$305.893.113	-\$75.794.215	-\$457.481.542
\$6.000	40%	\$1.817.483.579	\$1.435.796.252	\$1.054.108.924	\$672.421.597	\$290.734.270	-\$90.953.057	-\$472.640.385
\$4.500	30%	\$1.802.324.736	\$1.420.637.409	\$1.038.950.081	\$657.262.754	\$275.575.427	-\$106.111.900	-\$487.799.228

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.33: Análisis de Sensibilidad VAN Privado Escenario 7 Considerando la Capacidad de la Planta - Continuación

\$	Valor Venta Compost	\$18.486	\$16.175	\$13.864	\$11.554	\$9.243	\$6.932
Cobro por Tonelada	%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
\$22.500	150%	-\$687.580.440	-\$1.069.267.767	-\$1.450.955.094	-\$1.832.642.422	-\$2.214.329.749	-\$2.596.017.076
\$21.000	140%	-\$702.739.283	-\$1.084.426.610	-\$1.466.113.937	-\$1.847.801.265	-\$2.229.488.592	-\$2.611.175.919
\$19.500	130%	-\$717.898.126	-\$1.099.585.453	-\$1.481.272.780	-\$1.862.960.108	-\$2.244.647.435	-\$2.626.334.762
\$18.000	120%	-\$733.056.969	-\$1.114.744.296	-\$1.496.431.623	-\$1.878.118.950	-\$2.259.806.278	-\$2.641.493.605
\$16.500	110%	-\$748.215.812	-\$1.129.903.139	-\$1.511.590.466	-\$1.893.277.793	-\$2.274.965.121	-\$2.656.652.448
\$15.000	100%	-\$763.374.654	-\$1.145.061.982	-\$1.526.749.309	-\$1.908.436.636	-\$2.290.123.963	-\$2.671.811.291
\$13.500	90%	-\$778.533.497	-\$1.160.220.825	-\$1.541.908.152	-\$1.923.595.479	-\$2.305.282.806	-\$2.686.970.134
\$12.000	80%	-\$793.692.340	-\$1.175.379.668	-\$1.557.066.995	-\$1.938.754.322	-\$2.320.441.649	-\$2.702.128.977
\$10.500	70%	-\$808.851.183	-\$1.190.538.510	-\$1.572.225.838	-\$1.953.913.165	-\$2.335.600.492	-\$2.717.287.819
\$9.000	60%	-\$824.010.026	-\$1.205.697.353	-\$1.587.384.681	-\$1.969.072.008	-\$2.350.759.335	-\$2.732.446.662
\$7.500	50%	-\$839.168.869	-\$1.220.856.196	-\$1.602.543.524	-\$1.984.230.851	-\$2.365.918.178	-\$2.747.605.505
\$6.000	40%	-\$854.327.712	-\$1.236.015.039	-\$1.617.702.366	-\$1.999.389.694	-\$2.381.077.021	-\$2.762.764.348
\$4.500	30%	-\$869.486.555	-\$1.251.173.882	-\$1.632.861.209	-\$2.014.548.537	-\$2.396.235.864	-\$2.777.923.191

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.34: Análisis de Sensibilidad VAN Incremental Privado Escenario 7 Considerando la Capacidad de la Planta

\$	Valor Venta Compost	\$34.661	\$32.350	\$30.039	\$27.728	\$25.418	\$23.107	\$20.796
Cobro por Tonelada	%	150%	140%	130%	120%	110%	100%	90%
\$22.500	150%	\$5.310.475.557	\$4.928.788.230	\$4.547.100.902	\$4.165.413.575	\$3.783.726.248	\$3.402.038.921	\$3.020.351.593
\$21.000	140%	\$5.295.316.714	\$4.913.629.387	\$4.531.942.059	\$4.150.254.732	\$3.768.567.405	\$3.386.880.078	\$3.005.192.750
\$19.500	130%	\$5.280.157.871	\$4.898.470.544	\$4.516.783.216	\$4.135.095.889	\$3.753.408.562	\$3.371.721.235	\$2.990.033.907
\$18.000	120%	\$5.264.999.028	\$4.883.311.701	\$4.501.624.374	\$4.119.937.046	\$3.738.249.719	\$3.356.562.392	\$2.974.875.065
\$16.500	110%	\$5.249.840.185	\$4.868.152.858	\$4.486.465.531	\$4.104.778.203	\$3.723.090.876	\$3.341.403.549	\$2.959.716.222
\$15.000	100%	\$5.234.681.342	\$4.852.994.015	\$4.471.306.688	\$4.089.619.360	\$3.707.932.033	\$3.326.244.706	\$2.944.557.379
\$13.500	90%	\$5.219.522.499	\$4.837.835.172	\$4.456.147.845	\$4.074.460.518	\$3.692.773.190	\$3.311.085.863	\$2.929.398.536
\$12.000	80%	\$5.204.363.656	\$4.822.676.329	\$4.440.989.002	\$4.059.301.675	\$3.677.614.347	\$3.295.927.020	\$2.914.239.693
\$10.500	70%	\$5.189.204.814	\$4.807.517.486	\$4.425.830.159	\$4.044.142.832	\$3.662.455.505	\$3.280.768.177	\$2.899.080.850
\$9.000	60%	\$5.174.045.971	\$4.792.358.643	\$4.410.671.316	\$4.028.983.989	\$3.647.296.662	\$3.265.609.334	\$2.883.922.007
\$7.500	50%	\$5.158.887.128	\$4.777.199.800	\$4.395.512.473	\$4.013.825.146	\$3.632.137.819	\$3.250.450.491	\$2.868.763.164
\$6.000	40%	\$5.143.728.285	\$4.762.040.958	\$4.380.353.630	\$3.998.666.303	\$3.616.978.976	\$3.235.291.649	\$2.853.604.321
\$4.500	30%	\$5.128.569.442	\$4.746.882.115	\$4.365.194.787	\$3.983.507.460	\$3.601.820.133	\$3.220.132.806	\$2.838.445.478

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.34: Análisis de Sensibilidad VAN Incremental Privado Escenario 7 Considerando la Capacidad de la Planta - Continuación

\$	Valor Venta Compost	\$18.486	\$16.175	\$13.864	\$11.554	\$9.243	\$6.932
Cobro por Tonelada	%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
\$22.500	150%	\$2.638.664.266	\$2.256.976.939	\$1.875.289.612	\$1.493.602.284	\$1.111.914.957	\$730.227.630
\$21.000	140%	\$2.623.505.423	\$2.241.818.096	\$1.860.130.769	\$1.478.443.441	\$1.096.756.114	\$715.068.787
\$19.500	130%	\$2.608.346.580	\$2.226.659.253	\$1.844.971.926	\$1.463.284.598	\$1.081.597.271	\$699.909.944
\$18.000	120%	\$2.593.187.737	\$2.211.500.410	\$1.829.813.083	\$1.448.125.756	\$1.066.438.428	\$684.751.101
\$16.500	110%	\$2.578.028.894	\$2.196.341.567	\$1.814.654.240	\$1.432.966.913	\$1.051.279.585	\$669.592.258
\$15.000	100%	\$2.562.870.051	\$2.181.182.724	\$1.799.495.397	\$1.417.808.070	\$1.036.120.743	\$654.433.415
\$13.500	90%	\$2.547.711.209	\$2.166.023.881	\$1.784.336.554	\$1.402.649.227	\$1.020.961.900	\$639.274.572
\$12.000	80%	\$2.532.552.366	\$2.150.865.038	\$1.769.177.711	\$1.387.490.384	\$1.005.803.057	\$624.115.729
\$10.500	70%	\$2.517.393.523	\$2.135.706.196	\$1.754.018.868	\$1.372.331.541	\$990.644.214	\$608.956.887
\$9.000	60%	\$2.502.234.680	\$2.120.547.353	\$1.738.860.025	\$1.357.172.698	\$975.485.371	\$593.798.044
\$7.500	50%	\$2.487.075.837	\$2.105.388.510	\$1.723.701.182	\$1.342.013.855	\$960.326.528	\$578.639.201
\$6.000	40%	\$2.471.916.994	\$2.090.229.667	\$1.708.542.340	\$1.326.855.012	\$945.167.685	\$563.480.358
\$4.500	30%	\$2.456.758.151	\$2.075.070.824	\$1.693.383.497	\$1.311.696.169	\$930.008.842	\$548.321.515

Fuente: Elaboración Propia

11.14. Flujos de caja de la Evaluación Social

11.14.1. Flujos de caja considerando fijos los valores de mercado

Tabla 11.35: Flujo de Caja Escenario 0 (Escenario Base)

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Gestión Residuos								
Res R.S (CO ₂ equivalente)	\$0	-\$22.603.961	-\$44.538.656	-\$65.838.703	-\$86.536.848	-\$106.664.049	-\$126.249.552	-\$145.320.967
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO ₂ equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantención	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Flujo Caja Neto	-\$56.167.944	-\$84.830.104	-\$100.706.600	-\$128.064.847	-\$142.704.792	-\$168.890.193	-\$182.417.496	-\$207.547.111

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.35: Flujo de Caja Escenario 0 (Escenario Base) - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Gestión Residuos								
Res R.S (CO ₂ equivalente)	-\$163.902.614	-\$182.020.806	-\$199.698.638	-\$216.956.014	-\$233.811.499	-\$250.312.465	-\$266.486.056	-\$282.354.436
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO ₂ equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantención	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Flujo Caja Neto	-\$220.070.558	-\$244.246.949	-\$255.866.582	-\$279.182.158	-\$289.979.443	-\$312.538.608	-\$322.654.000	-\$344.580.580

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.36: Flujo de Caja Escenario 1 y 3

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$19.015.057	-\$37.467.109	-\$55.385.279	-\$72.797.113	-\$89.728.653	-\$106.204.503	-\$122.247.887
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$7.784.226	-\$4.044.436	-\$4.120.826	-\$4.197.532	-\$4.274.518	-\$4.351.751	-\$4.429.193	-\$4.506.502
Diesel (CO₂equivalente)	-\$961.372	-\$967.592	-\$973.841	-\$980.115	-\$986.413	-\$992.731	-\$999.066	-\$1.005.390
Neumáticos	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0
Lubricantes	\$0	-\$196.460	\$0	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$57.783.373	-\$76.290.420	-\$97.657.752	-\$112.629.802	-\$127.292.280	-\$153.394.670	-\$160.670.536	-\$180.023.115

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.36: Flujo de Caja Escenario 1 y 3 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$137.879.266	-\$153.120.773	-\$167.991.840	-\$182.509.206	-\$196.688.491	-\$210.569.545	-\$224.175.203	-\$237.524.109
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantención	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$4.584.238	-\$4.662.060	-\$4.739.606	-\$4.816.812	-\$4.898.892	-\$4.982.703	-\$5.067.602	-\$5.154.291
Diesel (CO₂equivalente)	-\$1.011.748	-\$1.018.114	-\$1.024.458	-\$1.030.773	-\$1.037.487	-\$1.044.343	-\$1.051.288	-\$1.058.379
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$206.122.973	-\$221.252.209	-\$230.345.424	-\$257.062.711	-\$259.017.931	-\$279.244.312	-\$292.941.814	-\$306.188.040

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.37: Flujo de Caja Escenario 2 y 4

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$14.014.456	-\$27.613.967	-\$40.819.996	-\$53.652.846	-\$66.131.710	-\$78.274.722	-\$90.098.999
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$9.497.754	-\$9.679.752	-\$9.862.581	-\$10.046.164	-\$10.230.420	-\$10.415.265	-\$10.600.610	-\$10.785.640
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.050.432	-\$2.065.319	-\$2.080.275	-\$2.095.292	-\$2.110.364	-\$2.125.485	-\$2.140.646	-\$2.155.782
Neumáticos	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantención	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$60.989.678	-\$84.288.320	-\$95.056.516	-\$105.432.045	-\$121.493.323	-\$137.201.253	-\$140.457.472	-\$161.569.213

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.37: Flujo de Caja Escenario 2 y 4 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$101.619.621	-\$112.852.899	-\$123.813.156	-\$134.512.729	-\$144.963.130	-\$155.193.728	-\$165.221.355	-\$175.059.750
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantenimiento	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$10.971.688	-\$11.157.944	-\$11.343.539	-\$11.528.318	-\$11.724.766	-\$11.925.355	-\$12.128.548	-\$12.336.025
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.171.001	-\$2.186.236	-\$2.201.418	-\$2.216.533	-\$2.232.603	-\$2.249.011	-\$2.265.632	-\$2.282.604
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantenimiento	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$170.262.002	-\$178.667.673	-\$192.857.805	-\$206.786.373	-\$208.361.991	-\$227.896.887	-\$235.115.228	-\$242.148.973

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.38: Flujo de Caja Escenario 5

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$178.559.333	\$348.410.224	\$509.977.389	\$663.664.831	\$809.856.848	\$948.918.996	\$1.081.199.003
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$19.015.057	-\$37.467.109	-\$55.385.279	-\$72.797.113	-\$89.728.653	-\$106.204.503	-\$122.247.887
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$205.224.311	-\$201.484.522	-\$201.560.912	-\$201.637.617	-\$201.714.604	-\$201.791.837	-\$201.869.278	-\$201.946.588
Diesel (CO₂equivalente)	-\$17.112.099	-\$17.118.319	-\$17.124.568	-\$17.130.842	-\$17.137.140	-\$17.143.458	-\$17.149.792	-\$17.156.116
Neumáticos	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0
Lubricantes	\$0	-\$196.460	\$0	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$271.374.186	-\$111.321.900	\$37.161.659	\$183.756.775	\$322.781.739	\$442.871.365	\$574.657.647	\$687.585.076

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.38: Flujo de Caja Escenario 5 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$1.207.027.638	\$1.326.719.538	\$1.440.573.995	\$1.548.875.705	\$1.651.895.478	\$1.749.890.917	\$1.843.107.063	\$1.931.777.003
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$137.879.266	-\$153.120.773	-\$167.991.840	-\$182.509.206	-\$196.688.491	-\$210.569.545	-\$224.175.203	-\$237.524.109
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantención	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$202.024.324	-\$202.102.146	-\$202.179.692	-\$202.256.897	-\$202.338.978	-\$202.422.789	-\$202.507.688	-\$202.594.377
Diesel (CO₂equivalente)	-\$17.162.475	-\$17.168.841	-\$17.175.184	-\$17.181.500	-\$17.188.214	-\$17.195.070	-\$17.202.015	-\$17.209.106
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	\$787.313.853	\$891.876.517	\$996.637.759	\$1.078.222.181	\$1.179.286.734	\$1.257.055.793	\$1.336.574.437	\$1.411.998.151

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.39: Flujo de Caja Escenario 6

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$165.139.390	\$322.224.837	\$471.649.136	\$613.785.927	\$748.990.624	\$877.601.310	\$999.939.579
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$14.014.456	-\$27.613.967	-\$40.819.996	-\$53.652.846	-\$66.131.710	-\$78.274.722	-\$90.098.999
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantenimiento	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$192.098.881	-\$192.280.879	-\$192.463.708	-\$192.647.291	-\$192.831.547	-\$193.016.392	-\$193.201.737	-\$193.386.766
Diesel (CO₂equivalente)	-\$16.987.322	-\$17.002.210	-\$17.017.165	-\$17.032.183	-\$17.047.255	-\$17.062.375	-\$17.077.537	-\$17.092.672
Neumáticos	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantenimiento	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$258.527.696	-\$116.686.947	\$29.630.304	\$168.679.074	\$294.754.586	\$414.251.353	\$539.605.821	\$640.832.349

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.39: Flujo de Caja Escenario 6 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$1.116.311.341	\$1.227.007.584	\$1.332.305.108	\$1.432.467.212	\$1.527.744.351	\$1.618.374.770	\$1.704.585.091	\$1.786.590.886
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$101.619.621	-\$112.852.899	-\$123.813.156	-\$134.512.729	-\$144.963.130	-\$155.193.728	-\$165.221.355	-\$175.059.750
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$193.572.815	-\$193.759.071	-\$193.944.665	-\$194.129.445	-\$194.325.893	-\$194.526.482	-\$194.729.675	-\$194.937.152
Diesel (CO₂equivalente)	-\$17.107.891	-\$17.123.127	-\$17.138.309	-\$17.153.424	-\$17.169.493	-\$17.185.902	-\$17.202.523	-\$17.219.495
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantención	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	\$748.511.321	\$850.801.894	\$941.909.286	\$1.028.142.821	\$1.121.844.343	\$1.192.939.866	\$1.271.931.846	\$1.346.903.895

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.40: Flujo de Caja Escenario 7

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$22.287.869	\$43.488.745	\$63.655.643	\$82.838.989	\$101.086.753	\$118.444.562	\$134.955.822
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$19.015.057	-\$37.467.109	-\$55.385.279	-\$72.797.113	-\$89.728.653	-\$106.204.503	-\$122.247.887
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$32.428.800	-\$28.689.010	-\$28.765.400	-\$28.842.106	-\$28.919.092	-\$28.996.325	-\$29.073.767	-\$29.151.076
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.977.314	-\$2.983.534	-\$2.989.783	-\$2.996.058	-\$3.002.355	-\$3.008.673	-\$3.015.008	-\$3.021.332
Neumáticos	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0
Lubricantes	\$0	-\$196.460	\$0	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$84.443.889	-\$80.663.068	-\$80.829.523	-\$75.634.675	-\$71.113.807	-\$78.968.434	-\$68.886.490	-\$71.727.809

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.40: Flujo de Caja Escenario 7 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$150.661.817	\$165.601.822	\$179.813.195	\$193.331.471	\$206.190.452	\$218.422.294	\$230.057.582	\$241.125.410
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$137.879.266	-\$153.120.773	-\$167.991.840	-\$182.509.206	-\$196.688.491	-\$210.569.545	-\$224.175.203	-\$237.524.109
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantenimiento	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$29.228.812	-\$29.306.634	-\$29.384.180	-\$29.461.386	-\$29.543.466	-\$29.627.277	-\$29.712.176	-\$29.798.865
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.027.690	-\$3.034.056	-\$3.040.400	-\$3.046.715	-\$3.053.429	-\$3.060.285	-\$3.067.230	-\$3.074.321
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0
Mantenimiento	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$82.121.672	-\$82.310.903	-\$77.192.745	-\$90.391.757	-\$79.487.995	-\$87.482.534	-\$89.544.748	-\$91.723.146

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.41: Flujo de Caja Escenario 8

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$16.214.396	\$31.638.007	\$46.309.399	\$60.265.259	\$73.540.484	\$86.168.268	\$98.180.188
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$14.014.456	-\$27.613.967	-\$40.819.996	-\$53.652.846	-\$66.131.710	-\$78.274.722	-\$90.098.999
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$18.117.416	-\$18.299.414	-\$18.482.243	-\$18.665.826	-\$18.850.082	-\$19.034.927	-\$19.220.272	-\$19.405.301
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.517.027	-\$3.531.915	-\$3.546.870	-\$3.561.887	-\$3.576.960	-\$3.592.080	-\$3.607.242	-\$3.622.377
Neumáticos	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantención	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$71.075.935	-\$78.160.181	-\$73.504.766	-\$69.208.903	-\$71.314.321	-\$73.747.026	-\$64.375.460	-\$73.475.282

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.41: Flujo de Caja Escenario 8 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$109.606.280	\$120.475.115	\$130.813.870	\$140.648.399	\$150.003.291	\$158.901.941	\$167.366.598	\$175.418.429
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$101.619.621	-\$112.852.899	-\$123.813.156	-\$134.512.729	-\$144.963.130	-\$155.193.728	-\$165.221.355	-\$175.059.750
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantenimiento	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$19.591.350	-\$19.777.606	-\$19.963.200	-\$20.147.980	-\$20.344.428	-\$20.545.017	-\$20.748.210	-\$20.955.687
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.637.596	-\$3.652.832	-\$3.668.014	-\$3.683.129	-\$3.699.198	-\$3.715.607	-\$3.732.228	-\$3.749.200
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantenimiento	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$70.741.979	-\$68.278.815	-\$72.130.192	-\$76.224.231	-\$68.444.957	-\$79.081.204	-\$77.834.887	-\$76.816.801

Fuente: Elaboración Propia

11.14.2. Flujos de caja considerando la capacidad de la planta de compostaje

Tabla 11.42: Flujo de Caja Escenario 5

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$13.332.256	\$26.014.289	\$38.077.813	\$49.552.992	\$60.468.519	\$70.851.690	\$80.728.468
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$19.015.057	-\$37.467.109	-\$55.385.279	-\$72.797.113	-\$89.728.653	-\$106.204.503	-\$122.247.887
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$22.526.226	-\$18.786.436	-\$18.862.826	-\$18.939.532	-\$19.016.518	-\$19.093.751	-\$19.171.193	-\$19.248.502
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.167.277	-\$2.173.497	-\$2.179.746	-\$2.186.021	-\$2.192.318	-\$2.198.636	-\$2.204.971	-\$2.211.295
Neumáticos	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0
Lubricantes	\$0	-\$196.460	\$0	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$73.731.278	-\$78.906.070	-\$87.591.368	-\$90.499.894	-\$93.687.193	-\$108.874.056	-\$105.766.751	-\$115.242.551

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.42: Flujo de Caja Escenario 5 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$90.123.550	\$99.060.428	\$107.561.450	\$115.647.871	\$123.339.914	\$130.656.811	\$137.616.858	\$144.237.461
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$137.879.266	-\$153.120.773	-\$167.991.840	-\$182.509.206	-\$196.688.491	-\$210.569.545	-\$224.175.203	-\$237.524.109
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantenimiento	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$19.326.238	-\$19.404.060	-\$19.481.606	-\$19.558.812	-\$19.640.892	-\$19.724.703	-\$19.809.602	-\$19.896.291
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.217.653	-\$2.224.019	-\$2.230.363	-\$2.236.678	-\$2.243.392	-\$2.250.248	-\$2.257.193	-\$2.264.284
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0
Mantenimiento	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$131.947.328	-\$138.139.686	-\$138.731.879	-\$157.362.745	-\$151.625.923	-\$164.535.406	-\$171.272.860	-\$177.898.484

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.43: Flujo de Caja Escenario 6

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$13.332.256	\$26.014.289	\$38.077.813	\$49.552.992	\$60.468.519	\$70.851.690	\$80.728.468
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$14.014.456	-\$27.613.967	-\$40.819.996	-\$53.652.846	-\$66.131.710	-\$78.274.722	-\$90.098.999
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$24.239.754	-\$24.421.752	-\$24.604.581	-\$24.788.164	-\$24.972.420	-\$25.157.265	-\$25.342.610	-\$25.527.640
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.256.337	-\$3.271.225	-\$3.286.180	-\$3.301.197	-\$3.316.270	-\$3.331.390	-\$3.346.551	-\$3.361.687
Neumáticos	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantención	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$76.937.584	-\$86.903.970	-\$84.990.131	-\$83.302.137	-\$87.888.237	-\$92.680.639	-\$85.553.686	-\$96.788.650

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.43: Flujo de Caja Escenario 6 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$90.123.550	\$99.060.428	\$107.561.450	\$115.647.871	\$123.339.914	\$130.656.811	\$137.616.858	\$144.237.461
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$101.619.621	-\$112.852.899	-\$123.813.156	-\$134.512.729	-\$144.963.130	-\$155.193.728	-\$165.221.355	-\$175.059.750
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$25.713.688	-\$25.899.944	-\$26.085.539	-\$26.270.318	-\$26.466.766	-\$26.667.355	-\$26.870.548	-\$27.078.025
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.376.906	-\$3.392.142	-\$3.407.323	-\$3.422.438	-\$3.438.508	-\$3.454.916	-\$3.471.538	-\$3.488.509
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantención	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$96.086.357	-\$95.555.150	-\$101.244.261	-\$107.086.407	-\$100.969.983	-\$113.187.982	-\$113.446.275	-\$113.859.417

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.44: Flujo de Caja Escenario 7

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$4.444.085	\$8.671.430	\$12.692.604	\$16.517.664	\$20.156.173	\$23.617.230	\$26.909.489
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$19.015.057	-\$37.467.109	-\$55.385.279	-\$72.797.113	-\$89.728.653	-\$106.204.503	-\$122.247.887
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantención	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$12.698.226	-\$8.958.436	-\$9.034.826	-\$9.111.532	-\$9.188.518	-\$9.265.751	-\$9.343.193	-\$9.420.502
Diesel (CO₂equivalente)	-\$1.363.340	-\$1.369.561	-\$1.375.809	-\$1.382.084	-\$1.388.381	-\$1.394.699	-\$1.401.034	-\$1.407.358
Neumáticos	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0
Lubricantes	\$0	-\$196.460	\$0	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460
Mantención	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$63.099.342	-\$77.162.304	-\$94.302.291	-\$105.253.166	-\$116.090.584	-\$138.554.466	-\$142.369.275	-\$158.429.593

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.44: Flujo de Caja Escenario 7 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$30.041.183	\$33.020.143	\$35.853.817	\$38.549.290	\$41.113.305	\$43.552.270	\$45.872.286	\$48.079.154
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$137.879.266	-\$153.120.773	-\$167.991.840	-\$182.509.206	-\$196.688.491	-\$210.569.545	-\$224.175.203	-\$237.524.109
Uso Diesel	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699	-\$44.175.699
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601	-\$3.613.601
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400	-\$6.058.200	-\$12.116.400
Lubricantes	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800	-\$535.800
Mantenimiento	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644	-\$1.784.644
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$9.498.238	-\$9.576.060	-\$9.653.606	-\$9.730.812	-\$9.812.892	-\$9.896.703	-\$9.981.602	-\$10.068.291
Diesel (CO₂equivalente)	-\$1.413.717	-\$1.420.083	-\$1.426.426	-\$1.432.741	-\$1.439.456	-\$1.446.311	-\$1.453.256	-\$1.460.347
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0	\$0	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0	-\$196.460	-\$196.460	\$0
Mantenimiento	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117	-\$225.117
Flujo Caja Neto	-\$181.397.758	-\$193.548.034	-\$199.807.576	-\$223.829.389	-\$223.220.595	-\$241.008.010	-\$252.385.496	-\$263.424.855

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.45: Flujo de Caja Escenario 8

Años	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$0	\$4.444.085	\$8.671.430	\$12.692.604	\$16.517.664	\$20.156.173	\$23.617.230	\$26.909.489
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	\$0	-\$14.014.456	-\$27.613.967	-\$40.819.996	-\$53.652.846	-\$66.131.710	-\$78.274.722	-\$90.098.999
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantenimiento	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$14.411.754	-\$14.593.752	-\$14.776.581	-\$14.960.164	-\$15.144.420	-\$15.329.265	-\$15.514.610	-\$15.699.640
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.452.400	-\$2.467.288	-\$2.482.243	-\$2.497.261	-\$2.512.333	-\$2.527.453	-\$2.542.615	-\$2.557.750
Neumáticos	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantenimiento	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$66.305.647	-\$85.160.203	-\$91.701.054	-\$98.055.409	-\$110.291.628	-\$122.361.048	-\$122.156.210	-\$139.975.692

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.45: Flujo de Caja Escenario 8 - Continuación

Años	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Beneficios								
Ahorro de Emisiones de CO₂ equivalente	\$30.041.183	\$33.020.143	\$35.853.817	\$38.549.290	\$41.113.305	\$43.552.270	\$45.872.286	\$48.079.154
Gestión Residuos								
Res R.S (CO₂ equivalente)	-\$101.619.621	-\$112.852.899	-\$123.813.156	-\$134.512.729	-\$144.963.130	-\$155.193.728	-\$165.221.355	-\$175.059.750
Uso Diesel	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564	-\$37.851.564
Diesel (CO₂equivalente)	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282	-\$3.096.282
Neumáticos	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300	-\$6.058.200	-\$9.087.300
Lubricantes	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500	-\$446.500
Mantenimiento	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112	-\$1.360.112
Planta Compostaje								
Uso Diesel	-\$15.885.688	-\$16.071.944	-\$16.257.539	-\$16.442.318	-\$16.638.766	-\$16.839.355	-\$17.042.548	-\$17.250.025
Diesel (CO₂equivalente)	-\$2.572.969	-\$2.588.205	-\$2.603.387	-\$2.618.502	-\$2.634.571	-\$2.650.980	-\$2.667.601	-\$2.684.573
Neumáticos	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0	-\$6.058.200	-\$6.058.200	\$0
Lubricantes	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600	-\$178.600
Mantenimiento	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234	-\$450.234
Flujo Caja Neto	-\$145.536.787	-\$150.963.499	-\$162.319.957	-\$173.553.051	-\$172.564.655	-\$189.660.585	-\$194.558.910	-\$199.385.788

Fuente: Elaboración Propia

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN – FACULTAD DE INGENIERÍA

RESUMEN DE MEMORIA DE TÍTULO

Departamento	: Departamento de Ingeniería Civil Industrial
Carrera	: Ingeniería Civil Industrial
Nombre del memorista	: Alfredo Alexis Aedo Poblete
Título de la memoria	: Modernización de la Planta de producción de compost en el Centro Integral de Transferencia de la comuna de Santa Juana
Fecha de la presentación oral	:
Profesor(es) Guía	: PhD. Ing. Jorge Jiménez del Río. PhD. Ciencias Ambientales Patricia González Sánchez
Profesor(es) Revisores	:
Concepto	:
Calificación	:

Resumen

El trabajo de memoria de título propone un modelo de negocios para la planta de compostaje del Centro Integral de Transferencia de la comuna de Santa Juana, como parte del proyecto FIC de la Universidad de Concepción. Basado en prácticas del sector privado y municipalidades chilenas, el modelo busca ser económicamente sustentable, ofreciendo productos y servicios valiosos para la región y la industria agrícola. La propuesta incluye beneficios sociales derivados de la valorización de residuos sólidos municipales y la mejora en la gestión de residuos para la comuna. Se realizó una evaluación económica considerando ahorros por la menor disposición de residuos y los beneficios de recibir residuos orgánicos y vender biofertilizantes. Se concluye que, debido a la baja generación de residuos orgánicos domiciliarios, los ahorros no son suficientes para financiar las operaciones. No obstante, un modelo que incorpora la recepción de residuos orgánicos y la venta de biofertilizantes puede financiar gran parte de los costos operativos, llegando a alcanzar un VAN (6%) de \$0 traspasando ciertos niveles de procesamiento. Aunque los beneficios económicos son limitados, se destaca un balance positivo en beneficios sociales, justificando el aporte social de la planta de compostaje para la comuna de Santa Juana.