

UCH-FC
D. Ambiental
R576
C.1



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS

**VALORACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPCIONES DE
RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS HETEROGÉNEOS
PARA RECICLAJE EN LA REGIÓN METROPOLITANA**

**ENVIRONMENTAL VALUATION OF THE OPTIONS OF HARVESTING OF
HETEROGENOUS PLASTIC REMAINDERS FOR RECYCLING IN THE
METROPOLITAN REGION**

Seminario para optar al título profesional de
Biólogo con mención en Medio Ambiente

TIBOR ANDRES RIMLER ESCUDERO



Directora de Seminario de Título: Judith Gálvez
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**Santiago, Chile
2005**



INFORME DE APROBACIÓN EXAMEN DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias que el Seminario de Título presentado por el candidato:

TIBOR ANDRES RIMLER ESCUDERO

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación de Seminario de Título, como requisito parcial para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente, en el Examen de defensa de Seminario de Título.

PROF. JUDITH GALVEZ DIAZ
Directora de Seminario de Título

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

LA COMISIÓN

PROF. ITALO SEREY ESTAY

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

PROF. JUAN A. GARCÉS DURÁN

PROF. RODRIGO FUENTES DÍAZ

Una firma manuscrita en tinta azul sobre una línea horizontal.

Marzo de 2005

Dedicatoria:
A Dios que siempre me acompaña;
A mi familia que siempre me ha brindado su apoyo.

Convertid un árbol en leña
y podrá arder para vosotros;
pero ya no producirá flores ni frutos.

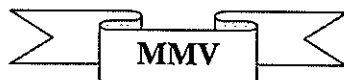
Tagore, Rabindranath.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 EL PROBLEMA	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. METODOLOGIA.....	6
3.1 MATERIALES.....	6
3.2 MÉTODOS.....	6
DISEÑO DEL ANÁLISIS DE LAS OPCIONES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS HETEROGÉNEOS DOMICILIARIOS.....	9
4. RESULTADOS	14
4.1 DIAGNÓSTICO GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO (RMS)	14
4.2 PLÁSTICOS	17
4.3 EMPRESAS RECICLADORAS Y/O RECUPERADORAS	17
4.4 EMPRESAS DEL RUBRO PLÁSTICO	18
4.5 SELECCIÓN DE COMUNA ÓPTIMA PARA REALIZAR EL PROYECTO DE RECOLECCIÓN Y RECICLAJE... 18	
4.6 BENEFICIOS DEL RECICLAJE PARA EL MUNICIPIO	19
4.7 RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS DE EMPRESAS.....	20
4.8 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN.....	21
<i>Modelo de Recolección Volumétrico-Másico de Residuos Reciclables.</i>	21
4.9 OPCIONES DE RECOLECCIÓN.....	21
4.10 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN DE PLÁSTICO	23
4.11 RECOLECCIÓN SELECTIVA DE PLÁSTICOS	25
<i>Alternativas de renovación de vehículos.....</i>	31
<i>Camionetas</i>	31
<i>Camiones</i>	33
4.12 RECOLECCIÓN NO SELECTIVA DE RESIDUOS RECICLABLES	34
4.13 COMPARACIÓN DE OPCIONES Y SELECCIÓN DE LAS MÁS VENTAJOSA ECONÓMICAMENTE..... 36	
4.14 ANÁLISIS DE FLUJO DE CAJA ENTRE LAS OPCIONES DE SELECCIONADAS.....	38
4.15 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	41
4.16 EXTERNALIDADES	48
4.17 VALORACIÓN DE LAS EXTERNALIDADES	51
4.18 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA BAJO EL CRITERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE..... 54	
4.19 ANÁLISIS INCREMENTAL	55
4.20 IMPLEMENTACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA	55
4.21 ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS (FODA) DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTE TIPO DE PROYECTO.....	57
4.22 ASPECTOS LEGALES.....	58
5. DISCUSION	60
5.1 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA	60
5.2 SISTEMA DE RECOLECCIÓN SELECCIONADO.....	60
6. CONCLUSION	61
AGRADECIMIENTOS.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	68

INDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS

FIGURA Nº 1: DISEÑO DEL ANÁLISIS DE LAS OPCIONES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS HETEROGÉNEOS DOMICILIARIOS.	9
FIGURA Nº 2: COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS RSD EN LA REGIÓN METROPOLITANA, 1995.....	16
FIGURA Nº 3: DIAGRAMA DEL FLUJO DE LOS DESECHOS PLÁSTICOS.....	18
FIGURA Nº 4: DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE SÍ GENERAN RESIDUOS PLÁSTICOS.....	21
FIGURA Nº 5: AHORROS EN CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN CAMIONETAS GLP, CONSIDERANDO UN RENDIMIENTO DE 10 KM/LITRO DE GASOLINA.	34
FIGURA Nº 6.: ESQUEMA GENERAL DE SELECCIÓN MEDIANTE LOS COSTOS ACTUALIZADOS (VAC), DE UNA ALTERNATIVA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA DE PLÁSTICOS. (SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO).....	40
FIGURA Nº 7: ESQUEMA GENERAL DE ELECCIÓN MEDIANTE LOS COSTOS ACTUALIZADOS (VAC), DE UNA ALTERNATIVA DE RECOLECCIÓN NO SELECTIVA DE PLÁSTICOS. (SEGÚN CRITERIO ECONÓMICO).....	46
FIGURA Nº 8: CARTA DE SENSIBILIDAD PARA LA RECOLECCIÓN SELECTIVA DE PLÁSTICOS MEDIANTE SISTEMA DE CAMIONES EXTERNOS (OPCIÓN Nº5).....	47
FIGURA Nº 9: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS VALORES DEL VAN PARA UNA RECOLECCIÓN SELECTIVA DE PLÁSTICO CON CAMIONES EXTERNOS (OPCIÓN Nº5).....	50
FIGURA Nº 10: CARTA DE SENSIBILIDAD PARA UNA RECOLECCIÓN NO SELECTIVA CON SISTEMA DE TRICICLOS INTERNOS (OPCIÓN Nº7).	51
FIGURA Nº 11: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS Y PROBABILIDADES DEL VAN PARA UNA RECOLECCIÓN INDIFERENCIADA DE RESIDUOS RECICLABLES CON SISTEMA DE TRICICLOS INTERNOS (OPCIÓN Nº7).	52
FIGURA Nº 12: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL Y SIMULACIÓN DE MONTECARLO, PARA ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN Nº 7 Y 5.....	55
FIGURA Nº 13: ESQUEMA DEL ANÁLISIS FINAL PARA LOS VAC Y LOS VAN.....	56
FIGURA Nº 14: ANÁLISIS INCREMENTAL SOCIAL-AMBIENTAL ENTRE LA RECOLECCIÓN NO SELECTIVA CON TRICICLOS Y LA SITUACIÓN ACTUAL.	59
TABLA Nº 1: GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN CHILE, 1996.	11
TABLA Nº 2: FACTORES DE EMISIÓN PARA VEHÍCULOS UTILIZADOS EN LAS ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN.	15
TABLA Nº 3: CANTIDADES DE RSD PRODUCIDAS POR COMUNA Y POR HABITANTE PARA TODAS LAS COMUNAS DE LA REGIÓN METROPOLITANA.	16
TABLA Nº 4: COMUNAS SELECCIONADAS POR GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	19
TABLA Nº 5: COSTO DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS (RP).....	20
TABLA Nº 6: DATOS DE COMPOSICIÓN PORCENTUAL EN MASA Y PESO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS, PARA EL DISEÑO DEL MODELO DE RECOLECCIÓN VOLUMÉTRICO-MÁSICO DE LOS RESIDUOS RECICLABLES.....	24
TABLA Nº 7: FLUJO DE CAJA PARA UNA RECOLECCIÓN SELECTIVA DE PLÁSTICOS CON SISTEMA DE RECOGIDA CON CAMIONES EXTERNOS (OPCIÓN Nº5).....	42
TABLA Nº 8: FLUJO DE CAJA PARA UNA RECOLECCIÓN INTERNALIZADA NO SELECTIVA DE RESIDUOS RECICLABLES CON SISTEMA DE RECOGIDA DE TRICICLOS (OPCIÓN Nº7).....	43
TABLA Nº 9: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL. COSTO DE RECOLECCIÓN DEL PLÁSTICO.....	44
TABLA Nº 10: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD UNIDIMENSIONAL. COSTO DE RECOLECCIÓN DEL PLÁSTICO.....	44
TABLA Nº 11: CUANTIFICACIÓN MONETARIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PLÁSTICOS DOMICILIARIOS (RSPD).	53
TABLA Nº 12: CUANTIFICACIÓN MONETARIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES DOMICILIARIOS (RSRD).	54
TABLA Nº 13: VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS SOCIALES POR LAS FUENTES DE TRABAJO GENERADAS POR LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN.	54
TABLA Nº 14: ANÁLISIS FODA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE RECICLAJE.	58
TABLA Nº 15: BENEFICIOS SOCIALES-MUNICIPALES DE LA RECOLECCIÓN CON TRICICLOS Y CAMIONES.....	62



RESUMEN

*Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

El manejo de los residuos sólidos hoy en día es un problema costoso, tanto económica como ambientalmente. Muchos residuos que son dispuestos en relleno poseen algún valor comercial. Por lo cual, el reciclaje ha ido en aumento en los últimos años. Sin embargo, esta tendencia no se presenta en los residuos plásticos, los cuales en su mayoría son desechados. Esto radica en lo costoso del tratamiento químico y la alta selección que se debe realizar para reciclar el plástico, dichos costos son aumentados aún más si se considera la recolección, dificultada por el gran volumen y bajo peso de dichos materiales. La gran competencia existente entre las empresas transformadoras de resinas sintéticas y los constantes aumentos del precio del petróleo, han fomentado la generación de nuevas tecnologías que reciclan y aprovechan los distintos tipos de termoplásticos en forma conjunta para producir insumos de alta calidad, quedando como el único problema la recolección.

En este trabajo se valorizan ambiental y económicamente, diversas opciones de recolección de residuos plásticos domiciliarios, en forma selectiva o indiferenciada de otros materiales reciclables. Como resultado se obtuvo que la mejor opción de recolección de residuos plásticos bajo un criterio ambiental es mediante un sistema de recogida de residuos reciclables en forma indiferenciada con triciclos de carga (recolectores independientes). Este tipo de recolección y posterior reciclaje, genera un beneficio ambiental neto de U\$ 83,36/Ton recolectada, lo cual corresponde al ahorro del costo recolección y disposición, más el ahorro del costo de oportunidad por la pérdida de materiales con valor comercial y al ahorro de los costos de emisiones.

Palabras clave: Plásticos, reciclaje, residuos, termoplásticos.

ABSTRACT

The handling of the solid remainders nowadays is as much economic a quite expensive problem as environmentally. Many garbage that are arranged in landfill have some commercial value. Thus the recycling has increased in the last years. Nevertheless this tendency does not appear in the plastic remainders, which in their majority are rejected. This is in expensive of the chemical treatment and the high selection that is due to make to recycle the plastic, these costs are still more increased if we considered the harvesting, made difficult by the great volume and low weight of these materials.

The great existing competition between the transforming companies of synthetic resins and the constant increases of the price of petroleum, has fomented the generation of new technologies that recycle and take advantage of the different thermoplastic types in joint for producing insumos of high quality, staying as the only problem the harvesting.

In this work, several options of gathering of domiciliary plastic remainders are valorized economically and environmentally, in selective or nonselective from of other reciclables materials. As result were obtained that the best option of harvesting and recycled of plastic remainders under an environmental economic criterion is by means of a system of collection of reciclables remainders in form non selective with load tricycles.

This type of harvesting generates a environmental benefit net of U\$ 83,36/Ton collected, of which corresponds to the saving of the cost harvesting, disposition and cost of opportunity by the loss of materials with commercial value and to the saving of the costs of emissions.

Key words: Plastics, recycled, remainders, thermoplastics.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

ASIPLA: Asociación de Industriales del Plástico
ASRI: Asociación de Recolectores Independientes
CAE: Costo Anual Equivalente
CENMA: Centro Nacional del Medio Ambiente
CGP: Calentamiento Global Potencial
CH₄: Metano
CO: Monóxido de Carbono
CO₂: Dióxido de Carbono
CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente
COPEC: Compañía de Petróleos de Chile
COV: Compuestos Orgánicos Volátiles
DSU: Daño Social Unitario de cada tonelada de contaminante emitida a la atmósfera
FE: Factor de Emisión
FODA: Análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GLP: Gas Licuado de Petróleo
GNC: Gas Natural Comprimido
Ha: Hectárea (10.000 m²)
IBS: Índice de Beneficio Social
IPC: Índice de Precios a Consumidor
IVAN: Índice de Valor Actual Neto
LBGMA: Ley de Bases generales del Medio Ambiente
MIDEPLAN: Ministerio de Planificación y Cooperación
N₂O: Óxido de Nitrógeno (II)
NH₃: Amonio
NO_x: Óxidos de Nitrógeno
O₃: Ozono
ONG: Organización No Gubernamental
PEAD: Poli Etileno de Alta Densidad
PEBD: Poli Etileno de Baja Densidad
PET: Poli Etileno Tereftalato
Plástico: Polímero Sintético. Su nombre deriva de la palabra *Plástiko* de origen griego cuyo significado es: plasticidad, moldeable o manejable
PM: Material Particulado
PP: Poli Propileno
PPDA: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica
PR: Polvo Resuspendido
PS: Poli Estireno
PVC: Cloruro de Polivinilo
RHEMAP: Recycled Heterogeneous Material Plastic (Material plástico heterogéneo reciclado)
RSD: Residuos Sólidos Domiciliarios
RSPD: Residuos Sólidos Plásticos Domiciliarios
RU: Residuos Urbanos
SII: Servicio de Impuestos Internos
SO₂: Dióxido de Azufre
TIR: Tasa Interna de Retorno
UTM: Unidad Tributaria Mensual
VA: Valor Actual
VAC: Valor Actual de los Costos
VAN: Valor Actual Neto

1. INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos generados actualmente sobrepasan las 6.850 toneladas diarias en la Región Metropolitana, por lo cual, es necesario una adecuada gestión de su manejo. Gran parte de los residuos destinados a rellenos sanitarios poseen un valor comercial. Muchas empresas por reducción de costos han comenzado a reciclar materiales que antes eliminaban y el número de personas dedicadas a recolectar residuos reciclables ha aumentado notoriamente. Esto ha significado que la recolección y reciclaje de muchos materiales vaya en aumento día a día. Sin embargo, esta tendencia no se da en el caso de los residuos plásticos, los cuales en su mayor parte se eliminan. Es más, la cantidad de artículos y envases producidos a partir de resinas sintéticas aumenta a diario, dado por las propiedades singulares de este material, tales como su bajo peso y alta resistencia (entre otras a la degradación) que son muy valoradas por diversos sectores industriales. Estas mismas cualidades son las que hacen al plástico un material de alto costo para recolectar y reciclar. La alta competencia entre empresas dedicadas a la producción y transformación de artículos a partir de polímeros sintéticos, ha contribuido a generar la aparición de nuevas tecnologías que aprovechan los residuos plásticos para disminuir los costos de operación de los procesos de producción. Actualmente, en Chile la recolección y reciclaje de plásticos alcanza las 23.000 toneladas anuales, cifra menor si se compara con la cantidad de plásticos producidos anualmente, que alcanzan las 219.000 toneladas (Núñez, 1998). Las empresas recicladoras sólo se dedican a recolectar plásticos casi exclusivamente de desechos industriales, los que se encuentran en muy buen estado y limpios. El reciclaje de éstos, se limita a procesar los materiales según su tipo para producir pellet destinado a la producción de artículos similares a los de origen del pellet o materiales de calidad inferior, lo que obviamente tiene un gran porcentaje de pérdida asociada, dado que los materiales sufren un deterioro al reciclarlos. Desde el punto de vista empresarial, la empresa TKF (denominada así

para efectos de este estudio) que pertenece al rubro de insumos plásticos para la minería, investigó tecnologías que pudieran aprovechar los residuos plásticos heterogéneos para reincorporarlos sus procesos productivos, de tal manera de abaratar costos y conseguir una innovación tecnológica en Chile y Sudamérica. Dicha búsqueda finalizó en una doble planta procesadora, constituida por una planta recicladora de termoplásticos, que produce un pellet homogéneo a partir de diversos termoplásticos. Este pellet es aprovechado para abastecer a otra planta anexada, que puede trabajar tanto con este tipo de material para producir artículos e insumos de alta calidad, que cumplen con las exigencias internacionales de calidad de material, como con materia prima virgen. Este tipo de pellet puede ser aprovechado por la misma planta, otorgando grandes ventajas, ya que permite regular la demanda y calidad de los residuos plásticos a reciclar, situación que en la mayoría de las recicladoras no ocurre, ya que venden el pellet, teniendo éste que cumplir con altas exigencias de calidad.

El proceso de reciclaje que posee dicha planta permite aprovechar residuos plásticos diversos y en mal estado con carga de residuos orgánicos que pueden ser removidos. Esto tiene grandes implicancias porque permitiría el aprovechamiento de residuos plásticos de origen domiciliario, los cuales son casi en su totalidad desechados.

Requerimientos de la planta recicladora

El proyecto de reciclaje podría asociarse con el municipio, y generar beneficios económicos a ambas partes involucradas. El proyecto de reciclaje por su parte, se fortalecería en los siguientes puntos:

1. Información: para la determinación de las rutas de recolección, mediante el uso de mapas, cartas, etc.

2. Coordinación: para la recolección, de tal manera de coincidir la recolección de los plásticos en los tiempos adecuados con la recolección general de los RSD.

3. Difusión: en la comunidad, para incentivar la cooperación de las personas con los recolectores, y para que perciban a la planta como algo positivo para la comuna.

4. Gestión: de apoyo a las personas, vecinos, colegios, etc. para que se organicen y puedan optar a los beneficios del proyecto y puedan acceder a fondos como el Fondo De Protección Ambiental de la CONAMA, o el Fondo de Las Américas.

5. Ubicación: para el emplazamiento del centro de acopio y la planta procesadora. Se necesita un terreno de uso industrial exclusivo, de 3 Hectáreas. El terreno puede comprado, ser facilitado a concesión, comodato o en arriendo. Es necesario que el convenio con respecto al terreno sea considerando un plazo mínimo de 20 años, debido a la gran inversión que se requiere para maquinaria y la instalación de ésta.

De establecerse un acuerdo, el municipio podría recibir nuevos ingresos que de otra forma llegarían a un privado, dueño de la propiedad.

Características generales de la planta de reciclaje

- Capacidad de consumo de 9600 ton/año.
- Asimilación de varios tipos de termoplásticos (PET, PEAD, PEBD, PP y otros).
- Tecnología de producción limpia.

Aplicaciones de los productos de la planta recicladora

La aplicación de los productos generados por la planta se traduce en insumos para las áreas de:

- Agricultura
- Alcantarillado
- Construcción
- Minería
- Urbanismo
- Vialidad
- Otros

En este trabajo se realizó una evaluación económica privada para las distintas alternativas de recolección de plástico y una evaluación económica social para los impactos ambientales y sociales (externalidades) asociados a la

recolección de materiales reciclables para su aprovechamiento mediante la implementación de un proyecto de Reciclaje de Materiales Plásticos Heterogéneos (RHEMAP).

1.1 El problema

Las empresas de producción y transformación del plástico en Chile, están enfrentando actualmente grandes competencias por el precio de sus productos, con una clara tendencia de éstos a bajar aún más debido a la sobreoferta de productos existente, situación agravada aún más por las continuas alzas del precio del petróleo, componente básico de las resinas sintéticas.

Algunas empresas, están buscando nuevas tecnologías para el aprovechamiento máximo de sus materias primas y de residuos plásticos que pudiesen ser reintroducidos a la línea de producción. Esto tendría grandes ventajas debido a que los costos de materia prima serían menores. Hoy en día, este tipo de recuperación y reciclaje es muy limitado, centrándose sólo en unos pocos tipos de resinas sintéticas, que deben cumplir condiciones muy específicas para ser recicladas o recuperadas, por lo que la mayor parte de los plásticos terminan siendo desechados. Teniendo en cuenta la gran variedad en cantidades y tipos de productos plásticos comercializados, es lógico que los residuos plásticos industriales y domiciliarios sean tan variados, por lo que uno de los mayores problemas para el reciclaje de éstos es su heterogeneidad, lo que dificulta su recolección y reciclaje. Por estos motivos, una alternativa posible sería la búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías que pudieran aprovechar los residuos plásticos heterogéneos. Actualmente, existe una planta recicladora de residuos termoplásticos heterogéneos. Las características de la planta permiten lavar los residuos orgánicos adheridos a los diferentes plásticos y procesarlos para formar un material sintético homogéneo. El proceso está basado en un prelavado para quitar los residuos orgánicos, dentro del mismo lavado se separan por densidad, posteriormente se retiran los plásticos que no son procesables. Luego, se produce el quiebre de los polímeros sintéticos para formar moléculas menores, que a 400-600°C de

temperatura son fusionadas entre sí, produciendo un material apto para ser utilizado en la industria petroquímica o para producir nuevo plástico. Sin embargo, el material reciclado obtenido no cumple con las características de calidad requeridos por las maquinarias generalmente utilizadas actualmente para la transformación de resinas, por lo cual, una opción es asociar la planta recicladora con una planta procesadora de plástico, cuyas características le permiten el aprovechamiento de material reciclado indistintamente que el virgen. De acuerdo a los estudios técnicos de las plantas, se determinó que los productos obtenidos, compuestos de material reciclado con capas externas de materia prima virgen pueden competir en calidad con sus sustitutos de materia virgen, en cuanto a resistencia al impacto, densidades y otras características. Sin embargo, existen dos problemas; el primero es la alta inversión que representan ambas plantas (cerca de 5 millones de dólares) y la recolección del plástico. La recolección plantea la necesidad de diseñar una estrategia que defina la fuente de obtención de los materiales y la mejor manera de obtenerlos.

Bases teóricas

Este trabajo tiene por base:

I. El Desarrollo Sustentable, entendido por éste como: "El proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras", tal como lo define la LBGMA en su Artículo 2º, letra g). Bajo este concepto, este trabajo incorpora diversos criterios metodológicos para evaluar las opciones de recolección que se presentan, tales criterios se basan no sólo en la rentabilidad económica que cada alternativa genera, sino que a su vez, considera los costos y beneficios ambientales y sociales, de cada una de ellas, lo que tiene una total trascendencia en la calidad de vida de las personas.

II. La generación de bienes y servicios ambientales para la sociedad.

Entendiéndose como tal, la vinculación de las actividades de reciclaje al diario vivir de las personas, no como una iniciativa aislada y marginal, sino como un servicio sistematizado de alta calidad entregado a la comunidad con el fin de generar recursos y mejorar la calidad de vida de todos.

III. La valoración ambiental en términos económicos de las actividades relacionadas con el reciclaje, debido a que actualmente no se les asigna el verdadero valor e importancia que tienen.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

1. Diseñar una estrategia de recolección de residuos plásticos heterogéneos, en alguna comuna de Santiago, para su posterior reciclaje.

Objetivos específicos

1. Cuantificación de los residuos sólidos plásticos provenientes de los domicilios, centros comerciales e industria, en la Región Metropolitana.
2. Proponer alternativas de recolección de residuos plásticos para un proyecto de reciclaje de termoplásticos y seleccionar una de ellas, bajo criterios de evaluación económicos y ambientales.

Limitaciones

Los requerimientos específicos fueron establecidos por una planta recicladora de residuos plásticos heterogéneos asociada a una planta transformadora de este tipo de material reciclado. Lo cual, implica que las cantidades de materiales objetivo de las opciones de recolección (9600 Ton/año), fueron calculadas a partir de los requerimientos de dichas plantas. Los resultados de la aplicación de este estudio dependerán fuertemente de la cooperación de la comunidad, por lo que es necesaria una

educación y concientización ambiental constante por parte de la empresa y municipios relacionados.

La tecnología para reciclar requiere de una gran inversión, lo que sería limitante para la aplicación del presente estudio. Dicha tecnología no es descrita en detalle en este trabajo de acuerdo a lo acordado por la empresa patrocinante de este estudio.

Por último, la voluntad política es relevante para una iniciativa como la planteada en este trabajo.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiales

Zona de estudio: Para la cuantificación de los residuos plásticos industriales, se utilizó como área de estudio todas las comunas de la Región Metropolitana de Santiago.

Para el diseño de la estrategia de recolección, el área de estudio fue la correspondiente a la comuna de Maipú.

Para la Simulación de Montecarlo dentro del análisis de sensibilidad, se utilizó el software *Crystal Ball Pro 4.0*. y la planilla electrónica de *Microsoft excel 2000*.

3.2 Métodos

I. Se cuantificó la generación de residuos plásticos provenientes de los domicilios e industrias del rubro. Para esto se realizó:

a) Una búsqueda intensiva de información en la literatura disponible y en la World Wide Web (WWW), entrevistas telefónicas, visitas y reuniones en varios municipios.

b) Un muestreo aleatorio estratificado para cuantificar los residuos plásticos provenientes de la industria del plástico, para lo cual se creó una base de datos de empresas del rubro, clasificadas por comuna y en orden alfabético dentro de éstas. Se incluyeron números de teléfono, fax, e-mail, dirección, nombre o razón social. El listado contiene 132 empresas, las

cuales se sometieron a un muestreo aleatorio estratificado con asignación proporcional.

En donde:

c) Selección de unidades muestrales mediante el método de selección de números aleatorios sin reposición y se procedió a encuestarlas.

La encuesta se realizó a personas que estuvieran a cargo de la producción, bodega o a los propios gerentes.

➤ Para el muestreo se realizaron los siguientes pasos:

1. Determinación del tamaño de la muestra (n).
2. El n determinado se sometió al coeficiente de corrección para población finita (CPF).
3. Estratificación de las empresas, por área.
4. Asignación de un n proporcional a cada estrato.
5. Selección de unidades muestrales en cada estrato mediante método de números aleatorios.
6. Aplicación de encuesta telefónica a cada unidad elegida.

Para el ítem 1 se procedió según las "Técnicas de muestreo" de W. Cochran.

Estableciendo que no se podía estimar una exactitud dentro del 10%, o sea que hay una oportunidad en 10 de obtener una muestra desafortunada.

Se supuso que el porcentaje p de la muestra está distribuido normalmente.

p debe caer en el intervalo (P +/- 10) excepto por una posibilidad en 10.

Puesto que se supone a p normalmente distribuida con respecto a P, p caerá en e intervalo (P +/- 2σp) excepto por una posibilidad en 10, es más:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{PQ}{n}} \quad (1)$$

por lo tanto:

$$\boxed{2\sqrt{\frac{PQ}{n}} = 10} \quad (2) \quad \text{o} \quad \boxed{n = \frac{4PQ}{100}} \quad (3) \quad \text{lo} \quad = \frac{67,24}{1 + \frac{(67,24-1)}{132}} = 44,77 \quad 4$$

que conduce a:

Determinación del n muestral:

$$\boxed{n = \frac{t^2 PQ}{\sigma_p^2}} \quad (4)$$

Para:

P = 50%

Q = 1 - P

t = grados de libertad (es el valor del desvío normal correspondiente a la probabilidad de confianza (%)). Para una confianza del 90% t = 1,64

Como la cantidad P es desconocida (propiedad = número de empresas que generan desechos plásticos), se estimó la posibilidad de que un 50% de las empresas producen residuos plásticos y el otro 50% no los produce.

Entonces P = 50 y Q = 50 por lo que PQ = 2500

Entonces n = 100 y como la fracción de muestreo es mayor al 5% es necesario un ajuste por finitud.

Coficiente de corrección para población finita (CPF):

$$\boxed{n_0 = \frac{t^2 PQ}{d^2} = \frac{PQ}{V}} \quad (5) \quad \boxed{V = \frac{d^2}{\epsilon^2}} \quad (6)$$

Varianza deseada de la proporción muestral.

Donde:

d = margen de error convenido para una proporción.

d = 10% / 100% = 0,1

P = 50% = 0.5 Q = 0,5

Entonces n₀ = 67,24

Con el CPF tenemos:

Coficiente de Corrección de Población Finita:

$$\boxed{n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}}} \quad (7)$$

Obtenido el tamaño muestral se crearon cuatro estratos (nor-orientado, nor-poniente, sur-orientado y sur-poniente). Conocidos los tamaños de cada estrato se asignó un n_h proporcional al tamaño de cada estrato.

Para lo cual se tenía:

$$\frac{n_h}{n} = \frac{N_h}{N} \xrightarrow{\text{entonces}} n_h = N_h \cdot \frac{n}{N}$$

Si N₁ = 59 N₂ = 37 N₃ = 22 y
N₄ = 14

Se tiene: n₁ = 20 n₂ = 13 n₃ = 8 y n₄ = 5

II. Una vez realizada la cuantificación, se establecen las líneas generales acerca del proyecto de reciclaje y aprovechamiento del material reciclado, detallando las demandas del proyecto RHEMAP.

➤ Para la selección de la comuna se preseleccionaron comunas de acuerdo a su generación de basura. Las comunas son, en orden de mayor a menor generación de residuos sólidos: Maipú, Puente Alto, Santiago Centro, La Florida y Las Condes. (Ver Tabla N° 1) Santiago Centro quedó descartada debido a la alta congestión vehicular, reducidos espacios para construir y por exigencias legales que complican demasiado incluso la instalación de un pequeño centro de acopio.

Las Condes también fue descartada, debido a que de llevarse a cabo una recolección de plástico residual, no sería del todo eficiente por las grandes distancias entre casa y casa. La Florida ya estaba trabajando en un proyecto de reciclaje por lo que queda descartada. Puente Alto es también descartada por no existir voluntad política por parte de los funcionarios municipales relacionados.

Por lo tanto, se seleccionó la comuna de Maipú.

III. Se realizó una cuantificación de empresas recicladoras de la zona.

IV. Se generó un diseño de análisis de las opciones de recolección, el cual se presenta en la Fig. N° 1.

Posteriormente, las opciones de recolección de plástico residual se analizan mediante una evaluación privada. Para su realización se hicieron entrevistas a personas involucradas en el tema y se concertaron visitas en terreno. Para la estimación de los costos de los distintos tipos de recolección de residuos plásticos domiciliarios, se utilizaron los datos que se detallan en la tabla de datos del Anexo N° 2. Estos datos se basan en cotizaciones, averiguaciones en terreno y obtención de datos de fuentes primarias y secundarias. Todas las estimaciones y cálculos se realizaron en función de la demanda de la planta recicladora, funcionando a plena capacidad en tres turnos las 24 horas del día durante casi todo el año, a su vez esta planta recicladora está íntimamente asociada a una planta procesadora de pellet para producir diversos productos del área de la construcción y minería. Esta planta está diseñada especialmente para utilizar material reciclado heterogéneo de baja calidad. Por motivos de confidencialidad no es posible detallar el tipo de planta recicladora de acuerdo a lo acordado con la empresa patrocinante y el preparador de este estudio.

V. Se calcularon los costos relevantes actualizados entre opciones similares para luego seleccionar las opciones más convenientes desde el punto de vista económico. En éste se aplican las metodologías de los Valores Actuales de los Costos (VAC) para definir la opción más conveniente económicamente. Luego, son comparadas entre sí para obtener las de menores costos actuales.

La determinación de los costos actualizados se realizó mediante la utilización de la ecuación

Factor de actualización de Costos Anuales
Equivalentes:

$$\frac{i \cdot (1+i)^m}{(1+i)^n - 1} \quad (8)$$

En donde,

i = Tasa de descuento y n = el año

El Valor Actual (VA) representa los montos de dinero que se obtendrán al final de cada año, después de descontados los impuestos, actualizados al valor del dinero en año 0.

Se calcula con la siguiente fórmula:

Cálculo del VA:

$$VA = \frac{VF}{(1+i)^n} \quad (9)$$

Donde VF es el valor futuro, i es la tasa de descuento y n es el año de dicho valor futuro.

VI. Se diseñó un flujo de caja para medir la rentabilidad de las opciones de recolección seleccionadas bajo un supuesto ingreso, de esta forma se puede determinar el costo neto de cada alternativa de recolección, al llevar el Valor Actual Neto (VAN) igual a cero, mediante el análisis de sensibilidad.

- El criterio del Valor Actual Neto (VAN), plantea que el proyecto debe aceptarse si su VAN es igual o superior a cero, donde el VAN propiamente tal, es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

Se calcula como sigue:

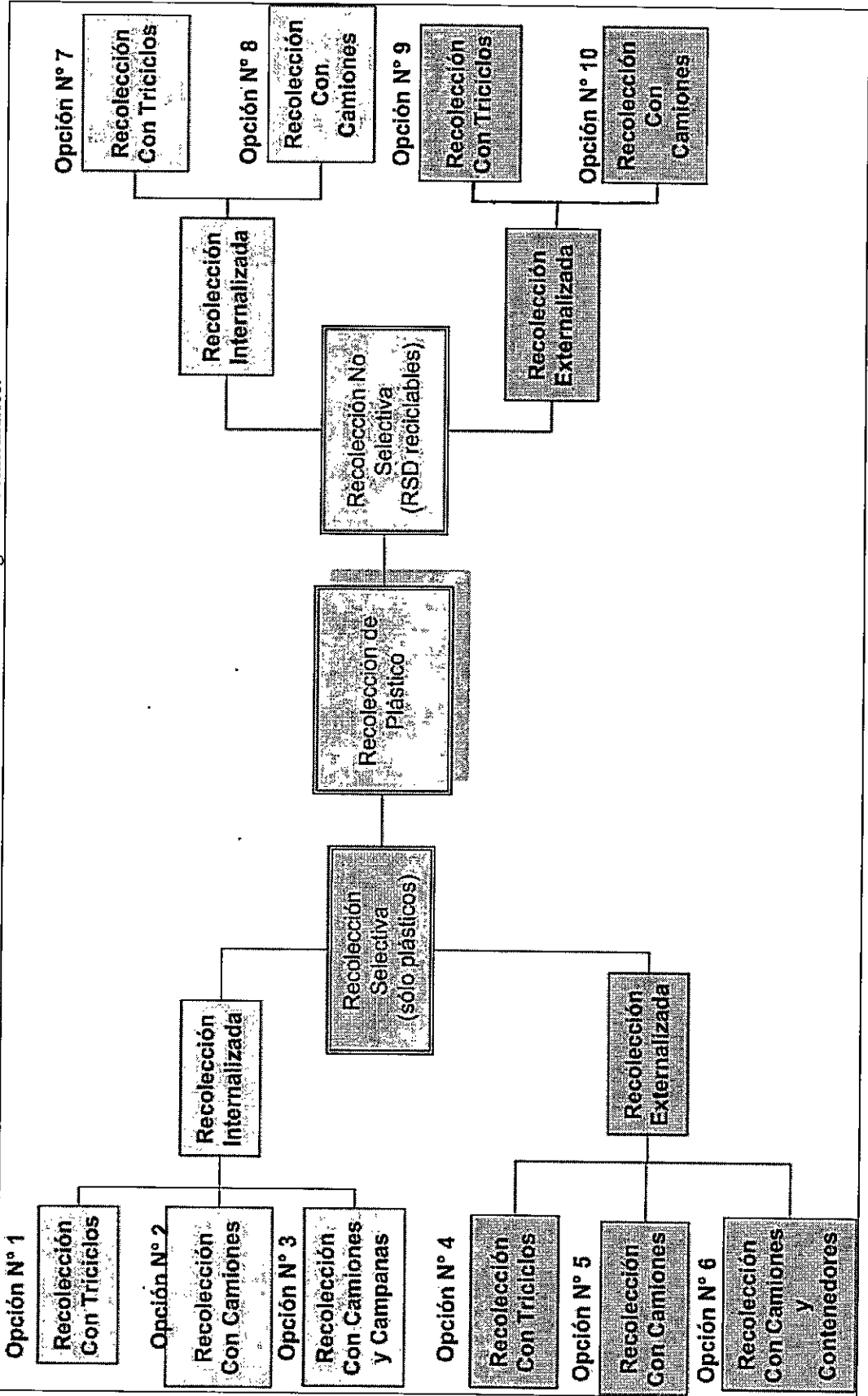
Cálculo del VAN:

$$VAN = \left(\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} \right) - I_0 \quad (10)$$

Donde BN representa el beneficio neto del flujo del período t , I_0 es la inversión en el momento 0 e i es la tasa de descuento (costo de capital o rentabilidad exigida).

Diseño del Análisis de las Opciones de Recolección de Residuos Plásticos Heterogéneos Domiciliarios.

Figura Nº 1: Diseño del Análisis de las Opciones de Recolección de Residuos Plásticos heterogéneos domiciliarios.



- La Tasa Interna de Retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual, que es lo mismo que calcular el $VAN = 0$. Algunos autores la definen como "la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo".

En este análisis se consideró al VAN como indicador preferencial por sobre la TIR, debido a que ésta tiene falencias, como por ejemplo; que a una misma tasa de descuento encontramos dos o más TIR, hecho que radica en los flujos positivos y negativos que pueda presentar el proyecto en distintos años.

Se calcula como sigue:

Cálculo de la TIR:

$$\left(\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} \right) - I_0 = 0 \quad (11)$$

en donde BN son los beneficios netos en el período t, I_0 es la inversión en el momento 0 y r es la tasa de descuento.

- El Índice de Valor Actual Neto (IVAN) es otro tipo de indicador, el cual representa la cantidad de dinero, expresado en moneda actual, que retribuye el proyecto por cada peso invertido en él. En otras palabras, es el valor actual neto dividido por el total de la inversión. El IVAN permite jerarquizar proyectos de mayor a menor rentabilidad por \$ invertido, cuando los recursos disponibles (incluidas todas las fuentes de financiamientos) no alcanzan para financiar todos los proyectos con VAN positivo.

▪ En las opciones que se contempla el uso de camiones, se generó una tabla con los costos anuales equivalentes para establecer cual es la de menor costo. (Ver tabla 44 del "Anexo 1"). Dentro de esta tabla se estima el monto de

inversión junto con la reinversión más los gastos de operación y su valor de desecho en cada año.

▪ El valor de desecho de las camionetas y camiones para cada año se estimó sobre la base del método de Valor de Desecho Comercial. Dentro de este método, se considera el valor comercial que tiene el activo en un año en particular, una buena estimación del precio de mercado, aunque conservadora, es el valor asignado por el servicio de impuestos internos¹. Una vez obtenido el valor comercial se le restó el valor libro del activo (valor del activo menos la depreciación acumulada que posea, en donde la depreciación es el valor del activo dividido por el número de años de vida útil del mismo). A continuación, se realiza el ajuste de impuestos (17% de las utilidades) y se ajusta nuevamente sumando el valor libro del activo. Esto se detalla en la tabla 35 del "Anexo 1". También, se aprecia en la tabla 44 del Anexo 1, que se actualizaron todos los costos de los distintos ítems y se multiplicaron por el factor de la ecuación N° 3.

VII. Se realizó un análisis de sensibilidad unidimensional para distintas variables relevantes en el flujo de caja de cada opción de recolección, con el fin de determinar la flexibilidad del VAN, con esto se pudo determinar el costo neto de la recolección, al llevar el VAN a cero. También se realizó una Simulación de Montecarlo para determinar las probabilidades de obtener un VAN negativo en cada alternativa de recolección, evaluando la variación de múltiples variables, generando 5 mil escenarios posibles.

VIII. Se realizó una evaluación social. Dentro de esta etapa se caracterizaron y cuantificaron las externalidades, mediante la aplicación de las funciones de daño, costos de oportunidad y costos sociales asumidos, para generar una valoración monetaria de los impactos positivos y negativos de las distintas opciones de recolección, mediante la utilización de procedimientos económicos.

¹ Tablas de tasación de vehículos livianos del SII.

Tabla N° 1: Generación de residuos sólidos domiciliarios en Chile, 1996.

Región	Pob. Urbana	% total pob. resp País	Ton/día	Ton/mes	Ton/año	% total resp.país
I	352654	2,8	233	6990	83880	2,51%
II	439423	3,5	284	8520	102240	3,06%
III	231697	1,8	153	4590	55080	1,65%
IV	394088	3,2	260	7800	93600	2,80%
V	1354932	11	948	28440	341280	10,23%
RM	5.552.647	45,4	5053	151590	1819080	54,51%
VI	494085	4	296	8880	106560	3,19%
VII	544403	4,4	327	9810	117720	3,53%
VIII	1467816	12	881	26430	317160	9,50%
IX	536138	4,3	322	9660	115920	3,47%
X	649072	5,3	389	11670	140040	4,20%
XI	65801	0,5	40	1200	14400	0,43%
XII	140127	1,4	84	2520	30240	0,91%
Total	12.222.883	99,6	9270	278100	3337200	100,00%

Fuente: Estudios BID/MIDEPLAN. Universidad de Chile/EMERES, 1996.

Se consideraron dos tipos de beneficios, los directos y los indirectos. Los beneficios directos corresponden a los resultados esperados del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la Región Metropolitana. De esta forma, un proyecto de reciclaje y recolección de residuos plásticos, contribuye en pequeña escala a dichos beneficios.

➤ Beneficios directos (del PPDA)

Los beneficios directos más importantes corresponden a mejoras en la salud humana, generación de fuentes de trabajo. Otros beneficios directos considerables, vienen dados por la disminución de daños a los materiales, por los incrementos en la productividad agrícola, por la contribución a la disminución de episodios críticos de contaminación y por los aumentos en la visibilidad. En este análisis se entregan resultados cuantificados para la mayoría de los beneficios directos.

➤ Beneficios indirectos

Dentro de los beneficios indirectos se encuentran; liberación de espacio dentro del relleno sanitario. Además, los plásticos no son biodegradables, por lo que su permanencia en un relleno es indefinida y no permite una

adecuada mezcla y circulación de los lixiviados entre los materiales orgánicos dentro del relleno, dificultando de esta manera la descomposición general. La menor demanda de resina virgen para la producción de artículos plásticos que tendrá la planta asociada a la recicladora, generaría un beneficio indirecto, no cuantificado en este estudio, ya que al demandar menores cantidades de resina, se demandan menores cantidades de petróleo, recurso no renovable, aun cuando el porcentaje de usos del petróleo dedicado a los plásticos sea muy bajo tal como se muestra en la Fig. 1 del Anexo 3. Otro beneficio indirecto es el mejoramiento de la calidad de vida, para ciertos sectores de la sociedad, producto de la continua educación ambiental que contempla el proyecto, además de que, el hecho de mejorar el manejo ambiental de algunos residuos es un factor que fomenta el desarrollo cultural comunal.

Para estimar las emisiones gaseosas provenientes de los vehículos a utilizar en cada alternativa de recolección, se tomaron los factores de emisión (FE) de las tablas generadas por el "Informe Final" del estudio "Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa", realizado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile para el Ministerio de Planificación y

Cooperación (MIDEPLAN), aplicando la metodología utilizada en el "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la Región Metropolitana."

Los FE se aprecian en la tabla 2 en donde la nomenclatura utilizada es:

CO	:	monóxido de carbono
VOC	:	compuestos orgánicos volátiles, en este caso equivalentes a hidrocarburos totales
NO _x	:	óxidos de nitrógeno
N ₂ O	:	monóxido de nitrógeno
NH ₃	:	amoníaco
CH ₄	:	metano
MP	:	material particulado respirable
V	:	velocidad media de desplazamiento

El procedimiento de cálculo es el mostrado en la Ecuación N°12.

Como es lógico, cualquier máquina en uso, a medida que transcurre el tiempo, comienza a presentar desgaste, el cual se ve reflejado en mayores costos de reparación, pero también su funcionamiento deja ser óptimo, lo que trae como consecuencias la mayor generación de emisiones gaseosas, la mayoría contaminantes, motivo por el cual, se ha considerado el aumento de las emisiones por año para cada vehículo. Del "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la RM", se obtuvieron los porcentajes de aumento de emisiones para algunos contaminantes para camiones con motor de combustión con Diesel, sin embargo, para las camionetas se aplicó el aumento de emisiones calculado para vehículos pesados con motor de combustión con gasolina, debido a que no se dispone de otra referencia, empero, como todas las opciones de recolección utilizan camionetas GLP, para estimar sus emisiones se debe calcular basándose en las emitidas por un vehículo convencional con consumo de gasolina, es por este motivo que se estimaron las emisiones de éstos.

El PPDA sólo evalúa algunos de los contaminantes, por lo que, se procedió a tomar valores estimados por estudios estadounidenses. Dichos estudios se basan principalmente en la cuantificación por función de daño (evitado o producido) o por costo de mitigación del daño para cada contaminante, tomando como referencia daños en salud, materiales, visibilidad y daños en la agricultura. Algunos consideran otros parámetros adicionales complementarios a su propia cuantificación. Para conseguir los valores de cada contaminante, se clasificaron todos los estudios de cuantificación monetaria de daños en Estados Unidos hasta el año 1992, agrupando los valores en mínimo, medio, típico y máximo. De esta manera se complementó la cuantificación propia del PPDA. Se consideraron los valores máximos encontrados en estos estudios y en el PPDA, para la valoración de las emisiones, debido a que muchos otros daños no han podido ser cuantificados.

Para la valoración monetaria de las emisiones se realizaron las tablas 81 y 82 (ver "Anexo 1") a partir de los valores asignados por el PPDA y los estudios Norteamericanos para cada contaminante. En ésta se definen los valores y el número de estudio para cada contaminante.

Se agrega el Calentamiento Global Potencial (CGP) como emisión equivalente a las emisiones de gases de efecto invernadero, tales como el CO₂, CH₄ y N₂O.

Para asignarles valor a los gases de efecto invernadero, se deben convertir a CO₂ equivalente (CO₂ equiv). El valor del CO₂ se tranza en el mercado de bonos de carbono, el cual se ha introducido exitosamente en Chile.

Función de Daño:

$$DañoSocial \left[\frac{\$}{km} \right] = \sum_p \left\{ FE_p \left[\frac{gr}{km} \right] \cdot DSU_p \left[\frac{\$}{Ton} \right] \right\} \cdot \frac{1}{10^6} \left[\frac{Ton}{gr} \right] \quad (12)$$



donde:

FE_p corresponde a los factores de misión de los contaminantes primarios p

DSU_p corresponde al daño social unitario de cada tonelada de contaminante p emitida a la atmósfera.

El factor de conversión es el siguiente:

Cálculo de gases en CO_2 equivalente:

$$E = CGP_i \cdot m_i (en CO_2 equiv) \quad (13)$$

en donde:

i = invernadero

M_i = masa del gas liberado

CGP = Calentamiento Global Potencial

La conversión a CGP se realizó considerando las siguientes igualdades:

A 20 años:

1 gramo de CH_4 = 64 gramos equivalentes a CO_2

1 gramo de N_2O = 330 gramos equivalentes a CO_2

Se toma la conversión a 20 años, debido a que el proyecto se evalúa a 10 años. Los resultados del cálculo del costo de las emisiones de los vehículos de las alternativas de recolección se detalla en las tablas 84, 85 y 86 del "Anexo 1". Se agregó la cuantificación monetaria de las emisiones de una camioneta con consumo de gasolina como referencia para el posterior análisis incremental.

De acuerdo a los resultados expresados en las tablas anteriores, se tomaron como valor final de las emisiones los valores máximos de cada contaminante. Esto debido a, como se discutió anteriormente², que cualquier cuantificación monetaria es una subestimación del verdadero costo social. De acuerdo a esto, todos los valores tomados son los de clasificación de las

estimaciones máximas de las tablas 81 y 82 (Anexo 1), salvo por el material particulado, en cuyo caso el valor más alto es el otorgado por el PPDA.

- Para valorizar monetariamente los residuos sólidos que son retirados de la corriente residual, se procedió a cuantificar los costos sociales que debe asumir la comunidad por la recolección y disposición de esos residuos, sumado a esto, el valor comercial que pueden tener algunos residuos reciclables, valor perdido por disponerlos y no reusarlos o reciclarlos.

Dentro de los análisis económicos se consideró como costo de recolección, el costo de disponer del servicio privado de un camión de 14 m^3 de capacidad de carga. De acuerdo a esta metodología, se asignaron los valores comerciales a una tonelada de residuos reciclables, incluyendo el precio de compra supuesto para el plástico a los recolectores.

- En base a las remuneraciones consideradas para el personal en cada alternativa de recolección más el valor de la capacitación, se obtiene el valor anual y se divide por el cociente obtenido entre 100 y el número de personas que trabajan en la alternativa respectiva, de esta manera el resultado, denominado Índice de Beneficio Social (IBS), representa no sólo la cantidad de dinero por persona (como el índice per cápita) sino que también considera la cantidad de fuentes de trabajo generado y en este caso particular la distribución de la remuneración (ver ecuación N° 14), debido a que todas las opciones tienen similar estructura de personal, variando sólo la cantidad de recolectores, conductores de camiones y clasificadores, por lo que el cociente final obtenido refleja en buena medida el impacto social que generan las alternativas. Es preciso aclarar que esta metodología aplica a este estudio en particular, por lo que la aplicación a otras estructuras de personal deben ser discutidas y evaluadas.

² Revisar la metodología de la presente sección.

Índice de Beneficio Social (IBS).

$$IBS = \frac{[(R+b)p]}{100} \quad (14)$$

Donde :

R= Remuneraciones anuales

B= Beneficios no monetarios extras
(capacitación)

P= Cantidad de trabajadores.

Los valores monetarios por daño, de las emisiones generadas anualmente por los vehículos de cada alternativa se consideran como cifras negativas, por ser una externalidad negativa, y son multiplicadas por el número de vehículos correspondiente a éstas, y como están actualizados los valores el procedimiento es aplicable. Los valores monetarios comerciales asignados a los residuos sólidos son multiplicados por la cantidad de toneladas retiradas del flujo residual común durante los años de evaluación del proyecto, descontando el porcentaje de rechazo, lo cual da el beneficio social (en dinero actualizado) por residuo sólido procesado en cada alternativa.

IX. Luego, se realizó un análisis incremental para los beneficios económicos, sociales y ambientales de la opción escogida versus la situación actual sin proyecto de reciclaje. De esta forma, tanto los costos como los beneficios del reciclaje corresponden a la diferencia entre el "escenario con reciclaje" y el "escenario base". Para caracterizarlos se ha seguido el enfoque utilizado en la evaluación social de proyectos que persigue expresar la totalidad de éstos en términos monetarios. Así, tanto los costos como los beneficios son expresados en dólares estadounidenses (US\$). Por su parte, las cifras entregadas corresponden a los valores presentes correspondientes, los cuales fueron calculados usando una **tasa de descuento social del 12 %** para un horizonte de tiempo coincidente con el período de 10 años comprendido por la evaluación de las alternativas de recolección y reciclaje de plástico.

X. Posteriormente, se diseñó una estrategia de recolección, de acuerdo a los resultados obtenidos y se revisan los aspectos legales generales en relación con el tema.

4. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico general de los residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Santiago (RMS)

La gran concentración de población y actividades económicas que presenta la Región Metropolitana en relación con el país, determina su importante aporte de desechos a escala nacional. En la tabla N° 2, se muestran algunos datos respecto a la generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD), en la cual se aprecia que la población de la Región Metropolitana con respecto al resto del país es del 45%, sin embargo, la generación de residuos domiciliarios de la misma región supera el 54% con respecto a la producción nacional. Esto determina un aporte mayor en desechos que no es proporcional a la cantidad de personas. La CONAMA, establece que la generación diaria de residuos sólidos domiciliarios en el año 2003 se encuentra cerca de 6.850 ton diarias para la Región Metropolitana, cifra que se espera aumente con una tendencia del 5% anual según se aprecia en la Fig. N° 2 del Anexo 3, llegando cerca de las 10.000 ton diarias para el año 2010. En la Fig. 2, se muestra la composición porcentual de los RSD en la Región Metropolitana, en donde se aprecia que la generación de residuos plásticos llega a constituir alrededor del 10% del total de residuos generados.

Durante las últimas décadas, la evolución de los RSD ha presentado cambios importantes, tales como una disminución del porcentaje de materia orgánica y un aumento de la generación de residuos plásticos, tal como se aprecia en la Fig. 3 del Anexo 3.

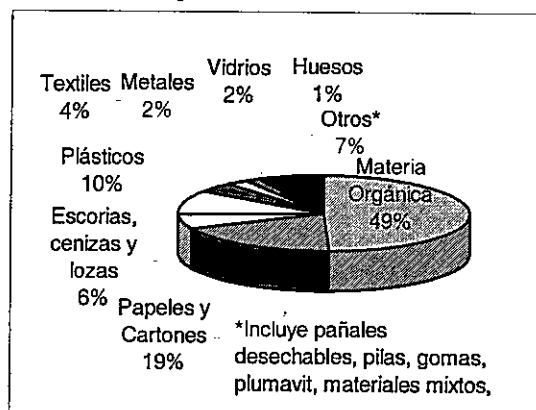
Tabla Nº 2: Factores de emisión para vehículos utilizados en las alternativas de recolección.

CATEGORÍA	ELEMENTO	FACTOR DE EMISIÓN (gr/km)	PROCEDENCIA
Vehículo Liviano Comercial a Gasolina Con Convertidor Catalítico, < 3,5 t	CO	$0.00060 V^2 - 0.0475 V + 2.2195$	COPERT II (93/59/EEC)
	VOC	$0.00007V^2 - 0.0067V + 0.2406$	COPERT II (93/59/EEC)
	Nox	$0.0000575V^2 - 0.00548V + 0.4880$	COPERT II (93/59/EEC)
	CH ₄	$1.2969 \times 10^{-6}V^2 - 0.0021098V + 0.101995$	COPERT III
	N ₂ O	0.006	COPERT II
	NH ₃	0.002	COPERT II
Camiones 2 Ejes	CO	$37.280 V^{-0.6945}$	COPERT II Conventional heavy duty
	VOC	$40.120 V^{-0.8774}$	COPERT II Conventional heavy duty
	Nox	$92.584 V^{0.7393}$ (0 a 60 km/h) $0.0006 V^2 - 0.0941 V + 7.7785$	COPERT II Conventional heavy duty
	CH ₄	0.085	COPERT III heavy duty diesel 7,5 t <W< 16t Urban
	N ₂ O	0.03	COPERT II heavy duty diesel 7,5 t <W< 16t Urban
	NH ₃	0.003	COPERT II heavy duty diesel 7,5 t <W< 16t Urban
Camiones con más de 2 Ejes	MP	$9.6037 V^{-0.7259}$	COPERT II Conventional heavy duty
	CO	$37.280 V^{-0.6945}$	COPERT II Conventional heavy duty
	VOC	$40.120 V^{-0.8774}$	COPERT II Conventional heavy duty
	Nox	$108.36 V^{0.6061}$	COPERT II Conventional heavy duty
	CH ₄	0.175	COPERT II heavy duty diesel 16 t <W< 32t Urban
	N ₂ O	0.03	COPERT II heavy duty diesel 16 t <W< 32t Urban
MP	NH ₃	0.003	COPERT II heavy duty diesel 16 t <W< 32t Urban
	MP	$10.890 V^{-0.7105}$	COPERT II Conventional heavy duty

Fuente: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, (2002). Informe Final del estudio "Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa", aplicando la metodología utilizada en el "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la Región metropolitana".

Actualmente, los envases plásticos ocupan un espacio importante en el mercado, en productos para todos los estratos socioeconómicos. La masificación del uso del plástico por parte de los productores e importadores en el mercado nacional ha eliminado las diferencias de generación de residuos plásticos, entre los estratos socioeconómicos alto y bajo, reflejado en la Fig. N°4 del Anexo 3. Según datos entregados por ASIPLA (Asociación de Industriales del Plástico), el consumo por año de plástico, ha crecido en Chile desde 24,5 kg, en el año 1994, hasta 36,2kg por persona, en el año 2000. Lo que ubica a Chile en el segundo país latinoamericano en consumo de plásticos.

Figura N° 2: Composición porcentual de los RSD en la Región Metropolitana, 1995.



Fuente: Universidad de Chile, 1995.

La variación estacional en la producción de desechos plásticos domiciliarios, no presenta una diferencia significativa, manteniéndose alrededor del 10% en cuanto a su composición porcentual, según se observa en la Fig. 5 del Anexo 3. También se puede comparar la producción de basura plástica en Santiago con respecto a otros países y observar la gran diferencia porcentual, que sitúa a Santiago como un gran generador de plástico residual en composición porcentual de su basura domiciliar a nivel internacional. (ver Fig. N° 6 del Anexo 3), lo que deja de manifiesto que en la gestión de RSD en los países desarrollados, el reciclaje cumple un rol fundamental, tal es el caso de Alemania, en la cual se ha llevado a cabo la implementación de un "sistema dual", el que tiene por objetivo el responsabilizar a las

Tabla N° 3: Cantidades de RSD producidas por comuna y por habitante para todas las comunas de la Región Metropolitana.

Comuna	Ton/año	Habitantes	Kg/habitante/Día
Buín	17.504	62.851	0,76
C. de Tango	4.546	17.996	0,72
Cerrillos	29.019	72.081	1,15
Cerro Navia	57.206	149.143	1,10
Colina	20.213	77.647	0,74
Conchalí	62.167	133.785	1,33
Curacaví	4.720	24.146	0,56
El Bosque	65.069	172.430	1,08
E. Central	48.069	131.083	1,05
Huechuraba	32.309	74.063	1,25
Independencia	34.943	65.013	1,54
Isia de Maipo	6.251	24.897	0,72
La Cisterna	40.724	85.017	1,37
La Florida	135.182	365.373	1,06
La Granja	52.773	133.110	1,13
Lampa	7.018	40.098	0,50
La Pintana	57.724	194.841	0,85
La reina	44.013	97.443	1,29
Las Condes	108.988	244.446	1,27
Lo Barnechea	43.485	74.233	1,67
Lo Espejo	42.713	112.244	1,09
Lo Prado	43.501	103.649	1,20
Macul	45.430	111.591	1,16
Maipú	158.734	463.496	0,98
Nuñoa	68.389	162.116	1,21
P.A.Cerda	45.801	113.639	1,15
Paine	3.138	49.805	0,18
Peñaflor	18.172	66.634	0,78
Peñalolen	83.926	216.367	1,11
Padre Hurtado	10.781	37.543	0,82
Pirque	4.024	16.488	0,70
Providencia	60.320	119.863	1,44
Pudahuel	68.695	194.417	1,01
Puente Alto	141.071	501.042	0,80
Quilicura	40.872	126.525	0,92
Quinta Normal	46.354	104.289	1,27
Recoleta	72.909	142.546	1,46
Renca	67.153	129.774	1,48
San Bernardo	76.795	244.354	0,90
San Joaquín	42.293	98.193	1,23
San Miguel	36.985	78.473	1,35
San Ramón	34.817	95.050	1,05
Santiago	137.540	206.044	1,91
Vitacura	45.407	77.107	1,68
Total	2.267.743	5.810.945	1,07

Fuente: SESMA, Censo 2002.

empresas de los envases y envoltorios de sus productos, canalizándolos por un sistema distinto a la recolección de residuos domiciliaria municipal y posterior disposición en relleno, de ahí su nombre. Esto lo lograron mediante la promulgación de un reglamento conocido como la "La Ley de Töefer", lo que ha tenido consecuencias importantes en la reducción de los niveles de basura plástica, mediante la minimización, reutilización y reciclaje de plásticos, papeles y cartones, vidrios, metales y otros.

Al observar la Tabla N° 3, se puede ver que las comunas de mayor generación de residuos sólidos, son: Maipú, Puente Alto, Santiago Centro, La Florida y Las Condes, en orden de importancia por toneladas de basura producida. Maipú produce mayor cantidad de RSD, debido no sólo a la gran cantidad de habitantes, sino porque la mayor parte de su población corresponde a un estrato socioeconómico medio a diferencia de Puente Alto, que posee mayor población pero, de estrato socioeconómico predominante medio-bajo.

4.2 Plásticos

Una gran parte de los residuos sólidos domiciliarios está compuesto por envases y embalajes, que hoy en día forman una parte importante dentro del mercado. A medida que crece económicamente el país, también crecen las ventas del sector de envases y embalajes y en forma directa crece la cantidad de basura generada. A esto se suma que el número de empresas relacionadas con el rubro de los envases ha experimentado un notable aumento en los últimos años llegando a cerca de 250 empresas (CENEM, 2002) de esta índole. Por otro lado, la participación del plástico dentro de la producción física de los envases y embalajes ha aumentado en Chile y se espera que siga aumentando.

Tipos de plásticos

El plástico se origina mediante la polimerización de monómeros, los cuales pueden ser iguales o distintos.

Los plásticos están constituidos por: resina de base, residuos de polimerización, aditivos, plastificantes, estabilizantes, protectores UV, agentes antiestáticos, bactericidas y antifúngicos y cargas inertes. Sus propiedades más comunes son:

- Poseen átomos de Carbono en su estructura.
- Son moldeables (de ahí su nombre *Plásticos*).
- En general son derivados del petróleo.

Los plásticos se clasifican comúnmente de acuerdo a su comportamiento frente al calor:

a) **Polímeros termoplásticos:** éstos conforman el 80% de los plásticos fabricados. Se caracterizan por ablandarse frente al calor y endurecerse una vez que se enfrían. Esto es posible debido a la estructura molecular de sus cadenas, las cuales se ubican una al lado de la otra de tal manera que puedan desplazarse. Los más comunes se detallan en la tabla N°1 del Anexo 3.

Polímeros termorrígidos: éstos se caracterizan por poseer cadenas lineales similares a las anteriores pero unidas entre sí lo que les confiere una estructura rígida resistente a la acción del calor.

4.3 Empresas recicladoras y/o recuperadoras

En Chile existe reciclamiento de al menos 23.000 toneladas anuales de plástico (Núñez, 1998. Memoria de Título, Universidad de Chile), de las cuales la mayor parte se realiza a partir de plástico residual de empresas. Tal cifra es representa sólo 10,5% de las 219.000 toneladas anuales de plásticos desechados.

Existe un mercado informal de los residuos plásticos y un desconocimiento general de las condiciones en las cuales se recicla actualmente el plástico, por lo cual, al implementar un proyecto de reciclaje de plástico, la competencia sería relativa e irregular con las empresas recicladoras, ya que, éstas operan a baja escala y de forma irregular. Además, las condiciones en las que se debe encontrar el plástico a

reciclar son de alta exigencia, es decir, deben estar en buen estado, limpio y separados por tipo de plásticos. Estas exigencias hacen que el reciclado de plástico sólo se reduzca a la fracción residual de las empresas que trabajan con plástico y que no pueden aprovecharlos ellas mismas, salvo la excepción de aquellas recicladoras de PoliEtilenTereftalato (PET) que compran botellas a cualquier recolector, pero exigen que las botellas estén limpias, sin etiqueta y sin tapa.

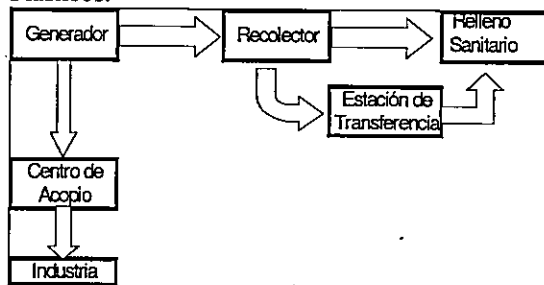
Los plásticos que se reciclan comúnmente son los PoliEtilenTereftalato (PET), PoliEtileno de Alta Densidad (PEAD), PoliEtileno de Baja Densidad (PEBD) y en menor cantidad el PoliPropileno (PP) y el PoliVinil Cloruro (PVC).

Dado que el reciclaje del plástico se concentra principalmente en los recortes de las empresas, los plásticos residuales domiciliarios van directamente a relleno sanitario sin ninguna recuperación, por lo tanto, recolectar la fracción de plásticos residuales domiciliarios sería una actividad sin competencia alguna.

El ciclo de vida de los envases plásticos no termina en los hogares cuando su utilidad se acaba, si no que sigue rumbo al relleno sanitario por medio de varias vías explicitadas en el diagrama de la figura N° 3

En este diagrama queda de manifiesto que la basura plástica que llega a estaciones de transferencias no se somete a ningún tratamiento salvo por la compactación que sufre en estación de transferencia y posterior envío a relleno sanitario.

Figura N° 3: Diagrama del flujo de los desechos Plásticos.



Fuente: Velásquez, (2001).

Recicladoras

No existe una clara información de cómo operan las empresas que reciclan el plástico, pero se da el caso particular de Recipet, la que promueve la recolección de botellas en contenedores mediante campañas de solidaridad.

La recolección de plástico entonces, se realiza mediante la voluntad de la comunidad. Las personas depositan sus plásticos en contenedores y posteriormente éstos son retirados y llevados a un centro de acopio en donde se clasifican por tipo de resina y se reciclan para generar pellet que servirá para producir materiales similares a los de procedencia del material. El resto de las recicladoras no utilizan este tipo de estrategia y gestionan discretamente su recolección con las empresas productoras.

4.4 Empresas del rubro plástico

En Chile hay alrededor de 250 empresas relacionadas con el plástico, algunas son importadoras de materia prima, transformadoras de plástico, generadoras de productos plásticos y otras actividades relacionadas a este rubro. Al menos 150 de éstas empresas operan en la Región Metropolitana.

4.5 Selección de la comuna óptima para realizar el proyecto de recolección y reciclaje

De las comunas evaluadas, se seleccionó Maipú por la generación de residuos (ver tabla N° 4), por su desarrollo en el trabajo del reciclaje y organización de sus recolectores independientes. La forma de selección de la comuna se detalla en la metodología de este trabajo. Maipú ofrece una gran oportunidad de implementar el proyecto, debido a que:

1. Es la comuna con mayor producción de residuos sólidos domiciliarios.
2. Cuenta con sitios de uso industrial exclusivo.

3. Posee recolectores independientes (cartoneros) organizados en un sindicato que a su vez está adherido a la Asociación de Recolectores Independientes (ASRI) y cuentan con su centro de acopio de materiales.
4. Posee un comité operativo de Aseo y Ornato, que tiene trabajo avanzado en reciclaje de papeles, cartones, metales y vidrios.
5. Los funcionarios municipales tienen una actitud reactiva con respecto al relleno sanitario Santiago Poniente, tema sensible en el municipio, por lo que dispuestos a acoger proyectos que mejore las condiciones actuales de manejo y gestión de los residuos sólidos de la comuna (con. Per.)
6. Cuentan con el departamento de Higiene y Salud Ambiental, el que se encarga de difundir actividades beneficiosas ambientalmente para la comuna, organizando a colegios, juntas de vecinos, etc.

4.6 Beneficios del reciclaje para el municipio

El proyecto de reciclaje generaría diversos beneficios para el municipio clasificados en las siguientes áreas: económicos, sociales, ambientales e imagen.

Beneficios económicos

Maipú produce **158.734 ton/año** de residuos sólidos domiciliarios (RSD), lo que lo ubica como la comuna que produce mayor cantidad de residuos sólidos domiciliarios, debido a la gran población que posee y a su nivel socioeconómico medio.

De las 158.734 toneladas anuales de RSD, **15.873 toneladas anuales corresponden a plástico residual domiciliario**. Esto le cuesta al municipio **U\$ 396.825/año** (CONAMA, 2002) (incluye recolección y disposición, Tabla N° 5), cifra que puede variar de acuerdo al contrato

específico que tenga con la empresa recolectora y el relleno sanitario.

Tabla N° 4: Comunas seleccionadas por generación de Residuos sólidos.

Comuna	Toneladas de Basura (Ton/Año)	Toneladas de plástico (Ton/Año)
Maipú	158.734	15.873
Puente Alto	141.071	14.107
Santiago	137.540	13.754
La Florida	135.182	13.518
Las Condes	108.988	10.899

Fuente: SESMA, censo 2002.

Con un proyecto de reciclaje de plástico se podría evitar la recolección, transporte y disposición final de **10.000 toneladas** anuales de plástico residual (de acuerdo, a los requerimientos de la planta recicladora), que en términos económicos se traduce en un **AHORRO DE U\$ 250.000/año**, (ver Tabla N° 5), sin embargo esto dependerá de la eficiencia de la recolección, pudiendo variar las estimaciones anteriores. Además, los ingresos del municipio se pueden ver aumentados si se llega a un acuerdo con respecto al terreno, en cuanto a arriendo de éste o entrega en comodato.

Beneficios sociales

Un proyecto de reciclaje podría generar empleos en forma directa e indirecta. Directa por la mano de obra necesaria en la planta y el centro de acopio. En forma indirecta por todos los recolectores independientes (cartoneros) que participarían en la recolección.

Se pretende trabajar en conjunto con recolectores que ofrezca la municipalidad, otorgándoles a éstos capacitación, uniformes, triciclos o carritos, previsión, etc. de acuerdo a lo que se convenga con el municipio.

Algunos segmentos de la comunidad pueden organizarse y reunir plásticos, siendo éstos recolectados por algún vehículo de la empresa.

De acuerdo a las cantidades reunidas podrán recibir a dinero para contribuir al desarrollo social de tales vecinos.

La misma situación se puede dar en colegios.

Beneficios ambientales

El proyecto genera mejoras ambientales al retirar del mercado toneladas de plástico que no tienen otro destino que el relleno sanitario. Estos plásticos no son biodegradables y utilizan mucho espacio para su disposición.

El proyecto presenta una oportunidad para desarrollar un manejo sustentable de los residuos plásticos, contando con procesos que cumplirán todos los estándares ambientales.

Imagen pública y social

La planta de reciclamiento se podría implementar en Maipú como comuna piloto, pudiendo ser extendido a otras comunas de acuerdo al grado de éxito de la recolección y del plan en general.

Lo anterior, presenta una oportunidad para el municipio para mejorar la imagen frente a la comunidad y frente a otros municipios.

Al respaldar la iniciativa se enmarcaría como una de las acciones más modernas frente al problema de los RSD en Chile, debido a que sería la primera iniciativa en Chile y en Latinoamérica en desarrollar un proyecto de tales características.

Tabla N° 5: Costo de recolección y disposición de los Residuos Plásticos (RP).

PRODUCCIÓN RP		COSTO		
Comuna	Ton/año	Recolección y transporte US/año	Disposición final US/año	Total US/año
Maipú	15.873	238.095	158.730	396.825
Puente Alto	14.107	211.605	141.070	352.675
Santiago	13.754	206.310	137.540	343.850
La Florida	13.518	202.770	135.180	337.950
Las Condes	10.899	163.485	108.990	272.475

Existen otros beneficios que afectan la economía en general que se clasificarían como

beneficios comerciales, tales como el aumento en los flujos de dinero que movería el proyecto con sus inversiones y costos de operación, además, de las utilidades para el Fisco por la recaudación del impuesto a las utilidades que genera dicho proyecto.

Residuos de centros comerciales

Los grandes centros comerciales tales como los malls, se deshacen de sus desechos mediante la contratación de empresas externas de aseo, las cuales se encargan de instalar contenedores de basura y retirarlos periódicamente, llevando los residuos a disposición final en relleno sanitario. En algunos de los mall de Santiago, existe la posibilidad de instalar contenedores para la recolección de plásticos, siempre y cuando les signifique un ahorro y que las condiciones higiénicas sean iguales o mejores.

Una alternativa puede ser, competir por el mejor servicio de recolección y dependiendo del caso se puede negociar el retiro de todos sus residuos y posteriormente clasificarlos, vendiendo los materiales reciclables a empresas correspondientes, obteniendo el plástico y desechando el resto. Esto sería factible si se dispone de camiones y de una adecuada cancha de acopio y selección de materiales.

4.7 Residuos sólidos plásticos de empresas

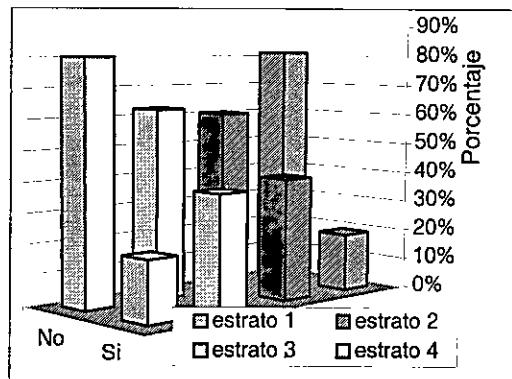
La mayoría de las empresas no generan residuos plásticos, y si los generan los aprovechan dentro de sus propios procesos, de acuerdo al muestreo realizado a las empresas de transformación e importación de artículos plásticos y resinas sintéticas de la Región Metropolitana.

En la Fig. 4 se aprecian los resultados por porcentajes de cada estrato que produce y no produce residuos plásticos, respectivamente.

Los resultados pueden ser discutidos, por presentar las siguientes condiciones:

- Muestra muy heterogénea.
- Desviación estándar demasiado alta.
- Posible falta de honestidad en las respuestas de los entrevistados.

Figura N° 4: Determinación del porcentaje de empresas que sí generan residuos plásticos.



Se recomienda profundizar en la determinación de cantidades y tipos de residuos producidos por las empresas en forma más exhaustiva.

Sin embargo, los resultados serán considerados estimativamente razonables, por lo que la recolección de residuos plásticos industriales queda descartada, por el bajo porcentaje de empresas que generan residuos y porque éstos son altamente demandados por recicladoras, lo cual mantiene los precios de venta de aquellos en valores sobre los \$100/kilogramo.

4.8 Estrategia de recolección

Para generar las opciones de recolección, primero fue necesario diseñar un Modelo de Recolección Volumétrico – Másico de Residuos Reciclables, presentado en la ecuación N°10, y de esta manera poder determinar el número necesario de recolectores, tanto para camiones o triciclos, presentados posteriormente.

Modelo de Recolección Volumétrico-Másico de Residuos Reciclables.

$$N^{\circ} \text{ Unidades Recolectoras} = \frac{R}{D \times V \times C} \quad (15)$$

Donde:

R = Requerimiento de la Planta recicladora (Ton/año)

D = Días de recolección por año (N° de días)

V = Viajes realizados por unidad recolectora (N° de viajes realizados/día)

C = Capacidad de Carga de unidad recolectora (Ton/M³)

4.9 Opciones de recolección

Se tienen diez opciones principales para la recolección de los residuos plásticos domiciliarios descritas en la el diseño de análisis de la Fig. N° 1.

Todas consideran la recolección durante el día, debido a que en muchos lugares la recolección nocturna no es posible de llevar a cabo.

No se considera la entrega de bolsas o contenedores a las personas, debido a su alto costo de recolección y altas probabilidades de pérdidas del material entregado.

Recolección Selectiva de Plásticos:

Opción N° 1 (Triciclos)

Se asumió que un recolector recogería 30 Kg/viaje de material plástico, haciendo tres viajes diarios. (Cantidad menor a su capacidad debido a que le dará prioridad a residuos con mayor valor de venta). Si se considera que cada recolector podría llevar 65 Kg. (1m³) de plástico dedicado exclusivamente a recolectar este material, entonces serían necesario sólo 213 recolectores y no 411, pero como no hay manera de que dejen de recolectar otros materiales reciclables de mayor valor monetario, se asume este último número de recolectores, estimando 300 días de recolección efectiva.

Opción N° 2 (Camiones)

Se estimó que cada camión tipo A con capacidad de 19 m³ puede transportar hasta 5,586 toneladas de plástico en cada viaje, dada la densidad que los residuos alcanzan dentro de un camión compactador correspondiente a 0,297 ton/m³ (Ver Tabla 6), por lo cual se estimó que cada camión puede cubrir

cuadrantes de 74.250 personas o 18.562 hogares aproximadamente, basado en que cada habitante produce 120 g de plástico aproximadamente (Orccosupa, 2002. Tesis de Magíster U. de Chile) y que la velocidad de recogida de los residuos plásticos debiera ser mucho más rápida que la recogida de residuos domiciliarios en general por el menor peso asociado a los plásticos y por la menor cantidad generada por persona (12% del total de los residuos domiciliarios corresponde a plásticos)³.

Al considerar 336 días de recolección por año, la cantidad de camiones necesarios es de 7.

Opción N° 3 (Camiones y Campanas)

De acuerdo a la capacidad volumétrica que otorga cada campana, al llenarse de plástico contendría solamente 214,5 kilogramos de dicho material, un peso bastante reducido si se tiene en cuenta la demanda de plástico del proyecto (12.000 toneladas anuales), por lo que se necesitarían 583 campanas para recolectar todo el plástico que se demanda, considerando el retiro de éstas dos veces por semana. Para tal cantidad de campanas, el requerimiento de camiones especiales de retiro sería de un gran número, además, el costo de mantención también sería demasiado elevado sin considerar los requerimientos de espacio para instalar las campanas. Debido a lo anterior sólo se consideraron 109 campanas, con dos camiones tipo B para sus retiros, y seis camiones tipo A para completar las cantidades de plástico a recolectar, estimando 336 días de recolección.

Opción N° 5 (Camiones-externos)

Dada la capacidad de los camiones recolectores privados que prestan servicios a los municipios para el retiro de residuos, 14 m³, son necesarios nueve de este tipo de camiones para satisfacer la demanda de la planta.

Opción N°6 (Camiones y Contenedores)

Los contenedores poseen una capacidad de 30 m³ de volumen, por lo cual se necesitarían 64

contenedores , los cuales serían retirados una vez por semana.

Recolección No Selectiva de Residuos Reciclables

Para la recolección No Selectiva de Residuos Reciclables, se considera el retiro de materiales reciclables sin previa selección, por lo que de acuerdo a la Tabla N° 6, una tonelada de residuos sólidos posee un 30% de materiales reciclables, esto implica que para ingresar a la planta las 11520 toneladas de plástico anual (considerando el 20% de rechazo) es necesario recolectar 38020 ton/año de materiales reciclables, dado que el plástico sólo constituye un 30,3% en peso de los materiales reciclables. (Ver tabla N° 6)

Opción N° 7 (Triciclos)

Se necesitan al menos 310 recolectores para satisfacer la demanda de materiales de la planta (se consideraron 318 recolectores por efectos de aproximación en los cálculos del porcentaje de rechazo). La cantidad de días de recolección se estima en 300 días por año.

Opción N° 8 (Camiones Internos)

Para la recolección No Selectiva con camiones tipo A (19 m³ de capacidad), se necesitan 45 camiones y una recolección de 336 días por año.

Opción N° 9 (Camiones Externos)

Con camiones externos de 14 m³ de capacidad, se necesitan 61 camiones, de acuerdo a las cantidades de material plástico demandado, en una recolección de 336 días por año.

³ Orccosupa, J., 2002

4.10 Evaluación económica de las alternativas de recolección de plástico

Antes de considerar cualquier alternativa de recolección de residuos plásticos es necesario evaluar 3 ítems que son requeridos para la operación de todas ellas.

Inversión en infraestructura y obras físicas

Para instalar el centro de acopio y procesamiento es necesario un terreno que sea de uso industrial exclusivo. En Maipú hay terrenos de esta clasificación tanto privados como municipales, sin embargo los precios de arriendo o venta son muy distintos. Para arriendo mensual de terrenos sin infraestructura los valores fluctúan desde los \$100.000/Ha hacia arriba. En el caso de venta los valores se encuentran entre las 1.14 y 22 UF por m² o más, dependiendo de las condiciones del terreno y ubicación.

El espacio requerido para la operación del proyecto de reciclaje es de unas 3 Ha por lo cual las opciones que se tienen son de compra o arrendamiento (tabla 1 y 2 de Anexo 1), considerando una inversión de 250 m² para oficinas a un valor de 18.8 UF por m² construido.

En este estudio se consideró sólo arrendamiento de terreno, para acopiar y separar materiales (costo de operación).

Para la instalación de las plantas se debe comprar un terreno, lo cual se debe estudiar en conjunto dentro de la evaluación de la inversión inicial de las plantas.

Se considera una caseta de control, que será el punto de control para la recepción y despacho de materiales.

La inversión especificada en la tabla 2 (Ver "Anexo 1") es requerida para cualquiera de las alternativas a evaluar posteriormente.

Campaña promocional

Para cualquier proyecto que tenga un impacto ambiental, se debe tener en consideración la educación ambiental de la comunidad, sobre

todo si ésta tiene una participación integral dentro de las actividades del proyecto. Esto es vital en cualquiera de las alternativas que se plantean posteriormente, ya que, todas dependerán de la voluntad de la comunidad para cooperar al separar sus residuos reciclables de la corriente residual general.

Para lograr la concientización de las personas se debe trabajar de una manera constante en el tiempo. Este proceso se puede ver enormemente favorecido por la publicidad, medio masivo de comunicación y el que más llegada tiene a la gente de con menor nivel de educación. Por esto, se pretende hacer una promoción durante los 3 meses anteriores a la puesta en marcha de alguna de las alternativas de recolección de residuos plásticos. La campaña consiste en avisos informativos acerca de la cantidad de basura producida por la comunidad, composición de ésta, beneficios del reciclaje etc. Los detalles serán afinados de acuerdo a las líneas de trabajo que establezca la empresa con el municipio y con la agencia publicitaria. De todas formas se consideran a grueso modo que la información a transmitir se colocará en dos gigantografías Unipol en las dos vías principales de acceso a la comuna, también se considera que habrá información en siete paletas ubicadas en avenidas principales, en diez paraderos y diez gigantografías Magnum en lugares de alta circulación vehicular. Además, se realizarán dos campañas publicitarias por mes dentro de la promoción. Los costos se detallan en la tabla 3 (ver "Anexo 1"). No se incluyen costo de una página web porque se podría utilizar la página del municipio y la de la empresa.

Publicidad

Se repartirán 166.000 volantes en hogares de la comuna, cada campaña toma 9 días y se realizarán dos campañas por mes dentro de los tres meses de promoción y posteriormente durante toda la etapa de operación del proyecto. Dentro de los costos del "volanteo" (ver tabla 4 del "Anexo 1") se considera el costo del personal necesario, 9 repartidores y 1 supervisor de terreno, se estima que los repartidores entregarán 300 volantes por hora durante 6 días

Tabla N° 6: Datos de composición porcentual en masa y peso de los residuos sólidos domiciliarios, para el diseño del Modelo de Recolección Volumétrico-Másico de los residuos reciclables.

Residuo	% peso	% masa componentes reciclables (del 33,0%)
Orgánico	49,0%	
Papel y carton	19,0%	57,58%
Plastico	10,0%	30,30%
Vidrios	2,0%	6,06%
Metales	2,0%	6,06%
Textiles	4,0%	
Escorias cenizas	6,0%	
Otros	8,0%	
Composición porcentual en masa de reciclables	33,0%	

Densidad Residuos	Ton/m3	% peso de reciclables
Restos comida	0,29	
Papel	0,09	19,2%
Carton	0,05	38,4%
Plasticos	0,07	30,3%
Textiles		
Goma	0,07	
Cuero	0,13	
Restos jardin	0,16	
Madera	0,10	
Vidrio	0,24	
Latas hojalata	0,20	6,1%
Aluminio	0,09	2,5%
Otros metales	0,16	1,0%
Cenizas	0,32	2,5%
	0,48	

Compactacion residuos	Ton/m3
Media	0,451
Alta	0,6
En Camion compactador	0,297

Capacidad Volumétrica Camión (M3)	
Tipo Municipal	14
Camión A	19

Cap. de carga (plasticos)	M3	Ton
Triciclos	1	0,065
Camion compactador	14	4,158
Camion compactador	19	5,643
Contenedor	30	1,950
Campana	3	0,215

Cap. carga reciclables sin compactar	M3	Ton
Triciclos	1	0,138
Camion	14	1,938
Camion	19	2,630
Contenedor	30	4,153
Campana	3	0,215

Rechazo	Volumen (m3)	Ton/viaje
Camion 14 m3	14	6,314
Camion 19 m3	19	8,569

a la semana. El objetivo de la publicidad es informar y sensibilizar a la comunidad, con respecto a la generación de basura, reciclaje y beneficios ambientales y sociales del proyecto, además, de informar acerca de los días de recolección para cada sector, es por eso que debe ser constante año tras año. Los volantes se cotizaron por un tamaño de 9x21 cm. en dos colores en papel Couché.

Balance de materiales

Los materiales considerados son sólo aquellos necesarios para el aseo diario de la planta y sus oficinas. El detalle se aprecia en la tabla 5 del "Anexo 1".

4.11 Recolección selectiva de plásticos

Opción N° 1: "Recolección selectiva internalizada con sistema de triciclos"

Este tipo de recolección, presentado en la Tabla N° 7, es selectiva, es decir, sólo considera la recolección de residuos plásticos dentro de todos los residuos reciclables. Consiste en recolectores con triciclos de carga, que trabajan con algún tipo de contrato con la empresa, la cual a su vez, les hace entrega de uniformes, triciclos e implementos, y les paga de acuerdo a las cantidades de plástico recolectado por ellos. Sin embargo, estos recolectores pueden recolectar además otros residuos reciclables, pero deberán venderlos a otro comprador.

Inversiones y reinversiones

En la tabla 6 del "Anexo 1", se aprecian los montos de inversión requeridos para la ejecución del proyecto. Dentro de esta tabla, se considera el uso de cuatro camionetas, para la supervisión en terreno y para gestiones necesarias. También, se contempla la compra y entrega gratuita de ropa de trabajo para cada recolector (overol tipo buzo piloto, guantes descarte, zapatos de seguridad con punta de acero, gorros, impermeables para el invierno y

camisetas para el verano). Dentro de la planta se necesitarán carritos de aseo para el almacenaje de los residuos provenientes del aseo diario del lugar y balanzas para el pesaje de los materiales en la entrada de la planta, estas balanzas estarán conectadas electrónicamente a un computador en la caseta de control, de esta forma se llevará un registro computacional de las entradas y salidas de material.

Se realizará una capacitación a los recolectores durante los tres meses de la campaña promocional. Los 411 recolectores se dividirán en diez grupos de 41 personas y cada grupo tendrá una hora de clase por semana durante tres meses todos los años. Cada día habrá dos horas diarias de clase, es decir, dos grupos por día tendrán clases.

La capacitación consistirá en entregar las herramientas básicas de información acerca de la estrategia de reciclaje, de esta manera, los recolectores se encontrarán en condiciones de poder seleccionar el material adecuado a recolectar y la manera en que se debe realizar.

La vida útil de la camioneta se estima en 10 años⁴. Se evaluó que la renovación de las camionetas es más conveniente al décimo año y se consideró camionetas con uso de combustible gaseoso GLP (gas licuado de petróleo).

En la tabla 7 del "Anexo 1" se presenta el calendario de reinversiones de maquinaria y equipos, de acuerdo a la vida útil estimada para el proyecto. Se estima como gasto dentro del calendario de reinversiones, la capacitación anual de los recolectores, para mantenerlos instruidos y para capacitar a quienes se incorporen durante la operación del proyecto. Se considera como gasto dentro del calendario de reinversiones, ya que no dependerá de los niveles de producción de la planta por lo que no se puede clasificar como costo de operación.

Personal, operación y mantención

El personal necesario para la operación del proyecto se detalla en la tabla 9 del "Anexo 1". Los recolectores serán remunerados de acuerdo a la cantidad de plástico que lleven a la planta, tomando como referencia el pago de \$30 por

⁴ Tablas de vida útil del SII.

Kg. de plástico. Considerando que lleven 100 Kg. de plástico por día, seis veces a la semana, durante un mes, ellos obtendrían \$72.000 mensuales sólo por el plástico, sin embargo, ellos tendrán ingresos extras por la venta a otras empresas, de otros materiales reciclables, como el aluminio. Pero si recolectarán sobre 208 Kg. diarios de plástico, durante más de 3 meses, ellos podrán acceder a contrato fijo, en el cual se considere una base de 4992 Kg./mes (208 Kg./día, 24 días al mes) pagados a \$30/Kg. y sobre esa cantidad se pagaría un bono extra, o mayor precio por Kg. sobre esa cantidad junto con las imposiciones legales.

En la etapa de operación del proyecto se consideran los costos que se deben asumir como resultado de la recolección de residuos plásticos domiciliarios mediante el trabajo en conjunto con recolectores independientes. Ver tabla 10 A-B del "Anexo 1".

La mantención de los triciclos fue estimada de acuerdo a datos obtenidos en terreno, otorgado por recolectores de cartones.

El ajuste de motor para las camionetas se realizará cada cuatro años o cada 400.000 Km., dado que las camionetas se reemplazarán al final del quinto año se realizan dos ajustes de motor. Cabe destacar, como se menciona anteriormente que la opción de reemplazo de las camionetas al quinto año también se someterá a evaluación más adelante.

El cambio de neumáticos para las camionetas se realizará cada 33.000 Km. o tres veces al año

La mantención se estima en costo por horas⁵ considerando dos días completos por año (48 horas por vehículo) y con un aumento en los costos de mantención proporcional a la vida útil del vehículo de acuerdo al costo de mantención del primer año, es decir, que al segundo año, la mantención cuesta un décimo más que el costo del primer año.

Se consideró solamente el cambio de lubricante de motor, realizándose un cambio cada 15 días o 4.000 Km., el precio por litro de lubricante incluye el costo de cambiar el filtro de aceite también. El kilometraje recorrido por camioneta es de 330 Km. diarios durante 300 días al año.⁶

⁵ Tabla costos sociales 2003 de MIDEPLAN.

⁶ Dato estimado basándose en kilometraje de un vehículo utilitario.

El consumo de combustible se calculó en base a un rendimiento por camioneta de 11 Km./litro de gasolina.

Con gas natural comprimido (GNC)⁷ se estima que el rendimiento de la camioneta es de 11 Km/M³ mientras que con gas licuado de petróleo (GLP) es de 9 Km/litro de GLP.⁸

En cuanto a la publicidad, ésta se clasificó como costo de operación porque se efectúa durante la operación del proyecto y por lo tanto el desembolso que se deba realizar por este ítem ocurre cada mes.

El terreno para el acopio de materiales, como se mencionó anteriormente, sería arrendado, por lo que sería un costo de operación. Para la instalación de las plantas de reciclaje y procesamiento, es necesario comprar un terreno, dado el tamaño de la inversión, elemento no evaluado en este estudio.

El costo de arriendo por hectárea, para terrenos fiscales es del orden de \$100.000 por hectárea, sin embargo, se consideró un costo de \$300.000 por hectárea (tabla 2 de "Anexo 1"). Es preciso mencionar que es posible obtener los terrenos a concesión de parte del municipio, lo que puede significar ahorros en los costos de arrendamiento y entradas de dinero para el municipio. El tamaño estimado del espacio para las plantas de reciclaje y procesadora de pellet, es de 1 Ha, para el centro de acopio y tránsito de camionetas, camiones y triciclos es de 2 Ha. En la tabla 8 del "Anexo 1" se muestra el calendario de ingresos por concepto de venta de maquinaria y equipo. Se considera un aumento del costo de arriendo de acuerdo a la variación promedio del IPC anual (2,5%).

Costo de rechazo

El costo de rechazo corresponde al costo monetario que se debe asumir por la pérdida de material desde la planta de procesamiento.

La cantidad de material rechazado dependerá de varios factores:

Nivel de eficiencia de la planta en el procesamiento de los plásticos.

- Estado o condiciones físicas del plástico.

⁷ Datos obtenidos de Metrogas.

⁸ Datos obtenidos de Abastible

- Nivel de contaminación del plástico.
- Eficiencia en la recolección selectiva.

La primera condición se refiere a las características técnicas de procesamiento de la planta, la segunda condición corresponde a la calidad del material que ingresa, es decir, si el material se encuentra deteriorado por el calor, ácidos, etc. La tercera condición hace referencia a la contaminación por materia orgánica y por films o materiales plásticos que la maquinaria no pudiese procesar. Por último, la selección que se realice por parte de los recolectores y la comunidad en general al entregar sus residuos reciclables, es muy importante y su eficiencia dependerá del nivel de información que manejen los recolectores.

El costo de rechazo se calculó en base a un 20% de la cantidad de material que ingresa a la planta (tabla 11, "Anexo 1"), estimación basada en características técnicas de la maquinaria que lava y recicla.

Se estima un precio de compra de residuos plásticos de \$30/Kg, debido a que dichos materiales ingresarán al ser comprados a los recolectores.

El costo de transporte a relleno se calculó en base a precios de una empresa privada del rubro, los cuales tienen camiones con tolva de 30 m³ de capacidad con compactador, lo cual permite el transporte de 13.53 toneladas, de acuerdo a la densidad que adquieren los plásticos cuando son sometidos a una compactación intermedia correspondiente a 0.451 ton/m³ (Velásquez, 2001. Tesis de Magíster, U. De Chile), este nivel de compactación se logrará por medio de una compactadora de la planta, esta compactación previa a la salida de residuos de la planta, disminuirá los costos de transporte por menor cantidad de viajes.

El costo unitario por rechazo, corresponde al costo total de la cantidad rechazada por número de toneladas rechazada y el costo de rechazo total es el costo de rechazo que se debe considerar por cada tonelada de residuo plástico recolectada e ingresada al sistema de reciclaje.

Opción N^o 2: "Recolección selectiva internalizada con sistema de camiones"

En esta opción de recolección se consideró la adquisición de camiones del tipo tolva Heill de 30m³ de capacidad con compactador, eje extra reforzado, todo según especificaciones técnicas para la recolección de plástico (Camiones A). La vida útil contable de este tipo de camión es de siete años⁹, aunque se evaluó la posibilidad de renovarlos al final del tercer año de operación y de esta forma evitar mayores gastos en mantención.

Se consideró el uso de 3 camionetas convertidas a GLP las que serán renovadas al final de su vida útil contable.

El sistema computacional enlazaría las mediciones de las balanzas y de la báscula a los registros del computador. La báscula pesará a los camiones cuando ingresen y salgan para llevar un registro detallado de la recolección de cada camión.

Inversiones y reinversiones

La inversión requerida y el tipo de equipo necesario se detalla en la tabla 12 ("Anexo 1").

Los camiones se renovarán cada siete años y las camionetas se renovarán cada diez, basado en un criterio de vida útil contable y de acuerdo al análisis presentado en las Tablas N^o 44 y 34 del "Anexo 1", respectivamente, referentes al momento óptimo para renovar los vehículos. La báscula debe ser reemplazada al final del décimo año, mientras que las balanzas al final del séptimo, ambas de acuerdo a su vida útil comercial. El computador sufre una depreciación contable acelerada, debido a su uso intensivo¹⁰.

En los ingresos por venta de maquinaria y equipos sólo figuran como entradas de dinero las ventas de las camionetas y camiones, mientras que el resto carece de valor al final de su vida útil, salvo los carritos de aseo que pueden ingresar como materia prima al proceso productivo después de cumplida su vida útil. (Ver Tablas 13 y 14 del "Anexo 1"). Los valores comerciales de los vehículos se obtuvieron de las tablas de tasación de vehículos livianos y pesados del SII. (Ver tabla de datos en Anexo 2).

⁹ Tablas de vida útil del SII.

¹⁰ Tablas depreciación SII.

Personal, operación y mantención

El personal necesario para esta alternativa de recolección se detalla en la tabla 15 del "Anexo 1", en ésta se considera tres ayudantes por cada camión recolector y los sueldos de todos los empleados consideran las imposiciones legales. Los costos de operación se detallan en la tabla 16 A y 16 B ("Anexo 1"), en la cual se aprecia los siguientes ítems:

La mantención de camiones y camionetas será de 24 horas dos veces al año y se estimó en \$4.506 por hora¹¹, costo que aumentará proporcionalmente al igual que el de las camionetas de acuerdo a los años de vida útil contable que tengan, con respecto a el costo de mantención del primer año.

Cada camión posee 14 ruedas y el recambio de neumáticos se realizará una vez por año o cada 100.000 Km. y 3 veces al año para las camionetas o cada 33.000 Km, como se mencionó anteriormente.

El ajuste de motor se debe realizar cada 400.000 Km. recorridos o al final del 4º año, tanto para los camiones como para las camionetas.

La báscula debe ser calibrada todos los años. Los costos de la calibración se detallan en la tabla 16 A y 16 B del "Anexo 1".

El lubricante de motor para los camiones se estimó en 40 litros por cambio de aceite dos veces por mes o cada 5.000 Km, mientras que para las camionetas se considera un consumo de diez litros por cambio dos veces al mes o cada 4.000 Km. recorridos. Los costos por litro de aceite incluyen el reemplazo del filtro de aceite. Se estima que cada camión tiene un rendimiento de 4 Km/litro de combustible Diesel, mientras que las camionetas rinden unos 10 Km/litro de gasolina¹².

El cambio de neumáticos para las camionetas se realizará cada 33.000 Km. o tres veces al año.

Costo de rechazo

El costo de rechazo estimado es el mismo para todas las alternativas de recolección, considerando un 20% de rechazo de material ingresado (Tabla 11 del "Anexo 1").

Opción N° 3: "Recolección selectiva internalizada con sistema de camiones y campanas"

Para la recolección con camiones y campanas, se debe tener en cuenta que, el plástico a diferencia de otros materiales, tiene una densidad muy baja, es decir, posee gran volumen y poco peso. Por esto, para cualquier estrategia de recolección con campanas, se debe considerar que éstas, no pueden ser la única de vía recolección, ya que, las campanas de recolección no poseen una gran capacidad de espacio (3,3 m³). Por lo anterior, en esta opción de recolección se consideran camiones compactadores tipo A y camiones con brazo tipo B (especificados más adelante), para complementar la recolección con campanas con una recolección típica con camiones, como en la opción de recolección descrita anteriormente. Sin embargo, este sistema se aplica con bastante éxito para la recolección de otros materiales, tales como el vidrio, papel, cajas tetrabrick y relativamente bien para las botellas plásticas (PET), pero para pequeñas cantidades.

Todas las iniciativas de este tipo basan su estrategia de recolección apelando a la solidaridad de las personas mediante campañas de sensibilización con problemáticas sociales o medio ambientales, es por eso que quienes desean recolectar materiales para su posterior reciclado, se asocian a ONG's o fundaciones de ayuda social o medio ambiental. El convenio establecido entre ambas partes es el siguiente: La empresa recolectora-recicladora se encarga de todas las gestiones y de la logística en general, asumiendo todos los costos de recolección, publicidad, reciclaje y otros. La fundación u ONG solo aporta con la "imagen", es decir, que facilita el nombre y el logotipo para que se realice la campaña publicitaria.

El beneficio mutuo que se genera es por un lado, la fundación recibe el dinero equivalente al precio de la cantidad de material recolectado,

¹¹ Tablas de costos sociales 2003, MIDEPLAN.

¹² Estimación de rendimiento de camiones y camionetas de acuerdo a datos entregados por fábricas.

mientras que la empresa recuperadora apuesta a recoger grandes cantidades de material y abaratar sus costos por compra de materia prima virgen. Tal es el caso de Cristalerías Chile y la Corporación de Ayuda Al Niño Quemado (Coaniquem).

Inversiones y reinversiones

En la tabla 22 del "Anexo 1" se detallan las inversiones en equipamiento y maquinarias necesarias para una recolección con camiones y campanas.

Para esta opción se considera la introducción de campanas como experiencia piloto y dependiendo del éxito se podrá aumentar el número de campanas.

Se estimó la compra de dos tipos de camiones: A y B.

El camión A es el mismo que posee compactador y que se ha considerado para la alternativa 2 internalizada. El camión B es el tipo de camión con grúa de carga, especial para levantar las campanas y vaciarlas o transportarlas.

Se han considerado la adquisición de sólo 2 camiones del tipo B, dependiendo de éstos será el número de campanas a adquirir. En este caso se consideran 109 campanas las que serán distribuidas en la comuna elegida (Maipú) y comunas vecinas (Cerrillos, Padre Hurtado y Pedro Aguirre Cerda). En Maipú se instalarán 65 campanas, Cerrillos tendrá 20, Padre Hurtado 10 y P. A. Cerda tendrá 14.

Las campanas se ubicarán en Supermercados y lugares en la vía pública de gran afluencia de público.

La recogida del material recolectado por las campanas se hará con regularidad dos veces por semana, esto significa que cada camión deberá recoger los plásticos de al menos 31 campanas diarias durante 6 días a la semana, significando 2.244,5 toneladas anuales de plástico recolectado. El resto del plástico a recolectar se hará mediante camiones compactadores que recogerán los residuos plásticos seis días a la semana en sectores de 74.250 personas, determinados previamente.

Los camiones serán renovados al final del séptimo año y las camionetas al final del décimo año.

El calendario de reinversiones y el de ingresos por venta de maquinaria se detalla en las tablas 23 y 24, del "Anexo 1", respectivamente.

Personal, operación y mantención

El balance de personal se detalla en la tabla 25 del "Anexo 1". Se considera tres ayudantes por cada camión del tipo A y dos ayudantes por camión B. Todas las remuneraciones consideran las imposiciones legales.

Los costos de operación se detallan en la tabla 26 (Anexo 1), en donde se encuentran los siguientes ítems:

-La mantención considerada para los camiones y camionetas es la misma que la considerada para la recolección internalizada de la alternativa 2. Esto es válido para el recambio de aceite y neumáticos, ajuste de motor, consumo de combustible, mantención y reparación en taller mecánico y calibración de la Báscula.

-Las campanas requieren de una mantención especial, la cual es dada por la misma empresa que las comercializa. Las características específicas de las campanas (Polietileno reforzado con fibra de vidrio) hacen que sean resistentes a temperaturas extremas y evita que se incendien.

-El costo asociado a la publicidad de la recolección con campanas, sólo considera el valor de la cantidad de material recolectado como valor de referencia. No se consideran campañas publicitarias en los medios de comunicación. Tampoco se consideran los costos de adhesivos y diseños de éstos, los cuales identifican a las campanas con la campaña específica.

Opción N° 4: "Recolección selectiva externalizada con sistema de triciclos"

Esta opción queda descartada, debido a que no es posible contar con un flujo constante de materiales, porque los recolectores en triciclo no tendrían ningún vínculo con la empresa recicladora, pudiendo vender sus materiales al mejor comprador. Tampoco, se crearía una sistematización en la recolección ni una entrega de servicio a la comunidad.

Opción N° 5: "Recolección selectiva externalizada con sistema de camiones"

Esta Opción consiste básicamente en contratar un servicio de recogida de residuos plásticos, con camiones de alguna empresa privada. Esta opción requiere de inversión en maquinarias y equipos y costos de reinversión mucho menor que en su sustituta internalizada, sin embargo, los costos de operación son mucho mayores. Los camiones disponibles para esta alternativa tienen una capacidad menor (14 M^3) para la recolección de residuos, dado que sus especificaciones técnicas y de diseño los determinan para el retiro de residuos en general, mientras que los camiones que se consideran en la alternativa anterior se comprarían de acuerdo a las características técnicas para el retiro específico de un material en particular.

Inversiones y reinversiones

El equipamiento para esta alternativa considera sólo la compra de camionetas, báscula, computador y balanzas como ítems principales y al igual que todas las otras alternativas se debe considerar una promoción de tres meses, anteriores a la puesta en marcha del proyecto.

La vida útil de las camionetas para el proyecto, se estima en diez años, después de los cuales se renovarían las camionetas, más adelante se examinará esta consideración. El detalle de la inversión en maquinaria y equipos se encuentra en la tabla 17 del "Anexo 1".

Las camionetas se reemplazarán cada 10 años junto con la báscula, las balanzas al final del séptimo año. El computador sufre una depreciación acelerada, que como se dijo anteriormente. En los ingresos por venta de maquinaria y equipos sólo figuran como entradas de dinero las ventas de las camionetas, mientras que el resto carece de valor al final de su vida útil, salvo los carritos de aseo que pueden ingresar como materia prima al proceso productivo después de cumplida su vida útil contable. En la tabla 18 del "Anexo 1" se detalla el calendario de reinversiones y en la tabla 19, del mismo anexo, el calendario de ingresos por venta de maquinaria.

Personal, operación y mantención

La cantidad de personal requerido para esta alternativa es mucho menor que para las anteriores alternativas. El detalle se observa en la tabla 20. (Ver "Anexo 1").

Los costos operativos se detallan en la tabla 21 A y B (Anexo 1) e incluyen lo siguiente:

La mantención de las camionetas esta estimada igual que en las opciones de recolección de plásticos anteriores.

El consumo de lubricante de motor se estima al igual que en las opciones anteriores.

El combustible se estimó al igual que las opciones anteriores.

Costo de rechazo

El costo de rechazo corresponde al calculado para todas las opciones con un 20% de rechazo (Tabla 11 del "Anexo 1").

Opción N° 6: "Recolección selectiva externalizada con sistema de camiones y contenedores"

En este caso se contratará un servicio de recogida de contenedores metálicos de 30 m^3 de capacidad. La empresa que se contratará posee los contenedores y los camiones. Existe un costo por arrendamiento de contenedores y otro por transporte. En esta alternativa, la empresa no se ocupa de recolectar los residuos plásticos puerta a puerta, sino que sólo se encarga de dejar los contenedores en los lugares determinados y luego retirarlos cuando se requiera, en ese caso el camión retira el contenedor lleno y deja un contenedor vacío en su lugar. Esta opción requiere de una supervisión especial, para determinar cuando los contenedores deben ser alternados. Dentro de este servicio se puede contar con siete tipos de contenedores para residuos sólidos, de los cuales se especifican los más grandes:

- Autocompactor: Capacidad de hasta 30 m^3 (metálico) sellado
- Open Top (tolva): Capacidad de hasta 30 m^3 (metálico) sin tapa.

- MPV: Capacidad de 5 m³ (metálico) sellado.
- Recolector metálico: Capacidad 1,5 m³ con tapa.

Los contenedores recomendados por capacidad son el autocompactor y el Open Top. El primero tiene un valor de arrendamiento de \$250.000 y el segundo de \$40.000, es por eso que se evalúa esta alternativa con el contenedor Open Top, además el Autocompactor requiere de un manejo especial y no es apto para dejarlo en un lugar público de libre acceso.

Para ese tipo de recolección no se considera la asociación con alguna fundación u ONG, debido a que la recolección de plásticos se hará principalmente en malls y grandes tiendas. Sin embargo, dada la demanda de plástico por la planta recicladora, se deberán ubicar contenedores en la vía pública en algunos sectores de la comuna, previamente definidos. Estos sectores serán elegidos priorizando por sectores socioeconómicos medio-alto.

Inversiones y reinversiones

El detalle de la inversión en equipamiento y maquinaria se aprecia en la tabla 27 del "Anexo 1".

Las reinversiones requeridas y los ingresos por venta de equipos y maquinaria son los detallados en las tablas 28 y 29 del "Anexo 1", respectivamente. Los datos fueron obtenidos de la tabla de datos (Ver anexo 2).

Personal, operación y mantención

La cantidad de personal requerida para esta opción de recolección se especifica en la tabla 30 del "Anexo 1".

Los costos de operación hacen de esta alternativa una opción diferente. La tabla 31 A y 31 B del "Anexo 1" muestra en detalle los costos de operación de esta alternativa de recolección.

Los contenedores de 30 m³ de capacidad volumétrica, pueden contener hasta 1,95 toneladas de material plástico dada la densidad de éstos cuando no están compactados correspondiente a 65kg/m³ (Velásquez, 2001), por lo que serían necesarios 64 contenedores,

los cuales serían retirados dos veces por semana.

El resto de los costos son los mismos que para las opciones anteriores.

En este tipo de recolección no se incluyó el costo de arrendamiento del terreno porque no será relevante para cuando se analice esta alternativa, sin embargo se estima un costo igual al de las otras alternativas.

Costo de rechazo

Los costos de rechazos referidos a la cantidad de material rechazado (a un 20%), el transporte hacia el relleno y el costo de su disposición se detallan en la tabla 11 del "Anexo 1".

Alternativas de renovación de vehículos

Camionetas

Para todas las alternativas de recolección se ha considerado el uso de camionetas, cuyo servicio será para la supervisión y gestiones administrativas. Se evaluó el momento óptimo para la renovación y se ha considerado que estos vehículos serán renovados al final del 10^º año.

La depreciación de las camionetas se estimó a 10 años¹³. Este análisis se realizó basándose en la utilización de camionetas nuevas de Marca Chevrolet STD con consumo de gasolina de 97 octanos.

Inversión

La inversión requerida se detalla en la tabla 32 del "Anexo 1".

Operación

Los costos de operación se detallan en la tabla 33 del "Anexo 1".

¹³ Tablas de vida útil del SII.

Costo anual equivalente y Tasa de descuento

La tasa de descuento privada se consideró en un 17% de acuerdo al costo de capital exigido por los inversionistas y el grado de riesgo asociado a la inversión.

Una vez obtenido el total de los costos actuales para cada año, éstos se multiplican por el factor y se obtiene el costo anual equivalente (CAE). Este procedimiento es necesario porque se están evaluando diez opciones distintas para el reemplazo del activo todas con distinta vida útil. De la tabla 34 del "Anexo 1", se puede establecer que la alternativa de reemplazo de las camionetas debe ser cada diez años, ya que, es la opción que minimiza más los costos (U\$ 3.033)

Una vez escogida la opción más conveniente se comparó con dos opciones más; camionetas convertidas a gas natural comprimido (GNC) y convertidas a gas licuado de petróleo (GLP). Estas últimas alternativas consideran el uso de las camionetas durante los diez años debido a que no es necesario su reemplazo previo, ya que son menos contaminantes, además el cambio del kit de una camioneta a otra elevaría los costos innecesariamente. Se determinó el valor de desecho de las camionetas en base al "Método de valor de desecho comercial", expresado en la Tabla 35 del "Anexo 1".

Conversión a gas

Primero se analizarán los costos entre ambas alternativas de uso de combustible gaseoso, posteriormente el que resulte ser el más económico se comparará con el uso de gasolina. Las diferencias de las opciones entre GNC y el GLP son básicamente que al convertir el vehículo a gas natural se debe adquirir el Kit de conversión el cual tiene un valor de U\$ 1.783, mientras que con la segunda opción se obtiene gratis, pero con contrato a 3 años. Sin embargo el precio del combustible es menor para el gas natural y su rendimiento por kilómetro es mucho mayor. Aunque hay plantas de gas licuado que venden igualmente el Kit pero a un precio de U\$ 700-1000 más bajo que el kit para gas natural. (Ver Tabla 36 del Anexo 1).

El kit se compone de:

- Válvula de carga
- Cilindro de almacenamiento de gas
- Reductor de presión
- Unidad de mezcla
- Electroválvulas de gasolina y gas
- Control electrónico de ignición.

Inversiones y reinversiones

La inversión necesaria para convertir una camioneta a gas licuado no sufre cambios, sin embargo, para la conversión a gas natural, el costo unitario de las camionetas considera el costo del kit, esto se observa en la tabla 36 del "Anexo 1".

Las reinversiones consisten básicamente en el reemplazo de las camionetas al final del décimo año y para ambas alternativas es la misma, ya que el kit para el GN tiene vida útil mayor a diez años, por lo que se cambia de vehículo, mientras que el kit utilizado para el GLP es renovado cada año o de acuerdo al kilometraje del vehículo sin costo alguno.

En este análisis, no se consideró como relevante los ingresos por venta de equipos o costos de reinversión.

Operación

Los costos de operación se basan en diversos cálculos (ver tabla 37 y 38 del "Anexo 1"), los cuales se derivan de información técnica proveniente de las plantas que comercializan esta tecnología.

- Un metro cúbico de gas natural equivale a 1,13 litros de gasolina y a 0,82 litros de petróleo Diesel.
- Si se estimó que las camionetas rinden 10 Km/litro de gasolina, la equivalencia de esta medida para el gas natural sería de 11,3 Km/m³ y de 9 Km/litro para el gas licuado.
- Se considera un 24% más alto el costo del lubricante utilizado que para una camioneta convencional, pese a que las plantas surtidoras establecen un consumo de lubricante del mismo tipo.
- Se estima un 11% más costoso el ajuste de motor que para una camioneta convencional por ser una tecnología mas avanzada, pese a que algunas

planta de gas documentan lo contrario, debido a que el gas es un combustible limpio y por lo tanto el deterioro del motor es menor que con el uso de otros combustibles.

Los vehículos particulares y comerciales convertidos a gas deben pagar un impuesto de 8,56 UTM anuales (se aproximará a nueve UTM), mientras que los de transporte público pagan 45 UTM anuales, según la Ley 18.502 del Ministerio de Transporte.

Después de obtenidos los costos de operación estos se actualizan a una tasa de descuento del 17% y se suman para obtener el valor actual total de costos de operación durante los diez años de evaluación. Al realizar este procedimiento se puede ver que los costos de operación son mayores para la alternativa de GLP que para la GNC, sin embargo, este último tiene un monto mayor en inversión. Si se comparan los costos actualizados totales de operación y de inversión (incluyendo en éstos el de reinversión) se obtiene como resultado que la conversión a gas más conveniente, según los datos analizados es la opción de GNC, (ver tabla 39 del "Anexo 1").

Pese a que existe una diferencia de US\$ 2.000 dólares, se debe tener en cuenta, que la alternativa GLP se hace muy atractiva porque la empresa abastecedora (ABASTIBLE) garantiza el recambio anual del Kit gratis, y ofrece un surtidor de gas instalado en la misma planta o centro de operaciones que el proyecto tenga, lo cual disminuiría los costos de traslado hacia un surtidor público y el tiempo asociado. Además, de acuerdo a las cantidades consumidas de GLP se rebajan los precios, otro punto a considerar son los tiempos de carga de combustible para cada vehículo, que son mucho menores en vehículos convertidos a GLP que en los de GNC y la autonomía en éstos últimos es mucho menor, lo que limita las distancias a recorrer. Por último debido a que el costo de instalar una estación de servicio de GNC es 4 veces mayor que una estación surtidora de GLP, se cree que en el corto plazo existirán mucho más estaciones surtidoras de este último tipo, y ya se están realizando negociaciones con COPEC para que sus estaciones de servicios sean surtidoras de GLP en todo el país. Por lo anterior se escogió alternativa de GLP por sobre

la de gas natural comprimido debido a todas las ventajas ya mencionadas.

Por otro lado, existe un simulador matemático de la planta Abastible que está a disposición pública¹⁴, para realizar cálculos basándose en kilometraje recorrido, precio de la gasolina, área de circulación del vehículo (Región), kilometraje recorrido y rendimiento en Km/litro de Gasolina. De esta manera se puede obtener el beneficio por ahorro anual de consumo de combustible para un vehículo convertido a gas.

Al aplicar el simulador para una de las camionetas, con un rendimiento de 10 Km/lt de gasolina, 100.000 Km recorridos al año con circulación dentro de la Región Metropolitana, se obtiene un ahorro anual de \$1.376.129, o un ahorro cercano al 30% con respecto al consumo de gasolina, considerando el impuesto específico a la utilización de gas en los vehículos y costos asociados al kit.

Con este simulador se generó un gráfico con los ahorros obtenidos para diferentes rendimientos y kilometrajes. (Ver Fig. 5).

De los gráficos, se puede deducir que mientras menor sea el rendimiento en Km/lt de gasolina del vehículo, el ahorro obtenido al convertir a gas el vehículo aumenta proporcionalmente de acuerdo aumenta el kilometraje ($R = 0,92$), siempre y cuando el kilometraje anual sea superior a 20.000 Km. (Fig. 7 y 8 del Anexo 3).

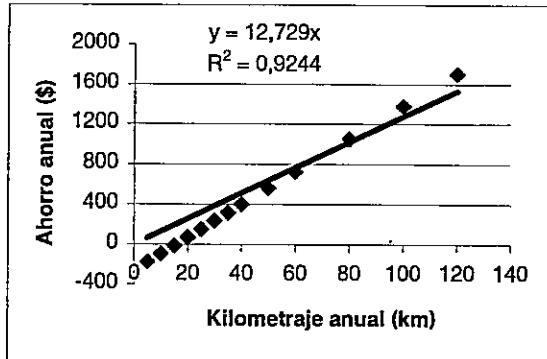
Camiones

Para los camiones se tiene la posibilidad de evaluar el momento óptimo de reinversión, pero no se puede evaluar una alternativa de conversión a gas natural o licuado, debido a que esta tecnología aún no esta totalmente disponible, si bien es cierto que existen fabricante japoneses que están vendiendo camiones o motores dedicados, es decir que funcionan sólo con combustible gaseosos, es bastante el riesgo que se asume si se importan dichas tecnologías debido a la legislación existente en nuestro país, la cual establece que camiones que funcionen en base al consumo de combustibles gaseosos sólo serán permitidos si ingresan como un plan piloto, en el cual se

¹⁴ [www.abastible .cl](http://www.abastible.cl)

establecerán revisiones periódicas para verificar el nivel de gases emitidos y que de no cumplirse alguno de los parámetros establecidos, el camión será sacado de circulación indefinidamente.

Figura N° 5: Ahorros en consumo de combustible en camionetas GLP, considerando un rendimiento de 10 Km/litro de gasolina.



Esto implica que si se compran camiones y alguno de ellos presenta problemas ésta permanecerá sin funcionar hasta que se pueda reparar. Finalmente también se debe enfrentar un asunto de voluntad política al respecto, lo que implica un nivel de riesgo que es difícil de aceptar para cualquier empresa.

Para encontrar el momento óptimo de reemplazo del camión se realizó el mismo tipo de análisis utilizado para determinar el momento óptimo de reinversión en camionetas. En la tabla 40 del "Anexo 1", se detallan los costos de inversión para el camión A y el B¹⁵, en la tabla 41 de mismo anexo se aprecian los costos de operación para ambos camiones, en la tabla 43 ("Anexo 1") se aprecia el cálculo de los valores de desecho mediante el método comercial, datos obtenidos de la tabla de datos (ver Anexo 2). En la tabla 43 del "Anexo 1" se ven los costos totales actualizados y finalmente en la tabla 44 del mismo anexo se puede ver los costos anuales equivalentes para cada año y camión. Para la determinación de los costos anuales equivalentes de los camiones (Tabla 43

¹⁵ Se definieron como camión A; el camión tolva- con compactador y como camión B el camión con grúa de levantamiento.

"Anexo 1") se procedió a determinar previamente, el valor de desecho de los camiones, presentado en la tabla 42 del "Anexo 1", basado en el Método de valor de desecho comercial".

De acuerdo a estos resultados, el momento óptimo para reemplazar ambos tipos de camiones es a final del séptimo año.

4.12 Recolección no selectiva de residuos reciclables

La recolección no selectiva, como se definió anteriormente, lleva ese nombre porque no es selectiva en cuanto a los residuos plásticos en particular, pero se trata de una recolección de todos los materiales que se pueden reciclar y vender hoy en día en el mercado nacional. Dentro de estos residuos reciclables se encuentran el papel, cartón, aluminio, latas de hojalata, otros metales, el vidrio y el plástico.

En este tipo de recolección hay cuatro opciones, en dos de ellas se asume la internalización de la recolección y en las otras dos, la externalización.

Opción N° 7: "Recolección no selectiva internalizada con triciclos"

Esta opción consiste en recoger residuos sólidos domiciliarios reciclables sin importar su tipo, es decir, se recogerán plásticos, cartones, papeles, metales, latas de aluminio y vidrio indistintamente, los cuales serán llevados a la planta para su posterior separación y venta a las distintas empresas recicladoras. Dado que los recolectores independientes siempre recolectan todos los materiales reciclables, priorizando de acuerdo a su valor en el mercado, en este tipo de recolección se considera la compra de los materiales reciclables a los recolectores, al mejor precio de mercado.

Al comprar los materiales reciclables a los recolectores el sistema se vuelve más eficiente e incluso se necesitarían menos recolectores debido a que la estimación de la cantidad recolectada es más certera. Como la prioridad

de la recolección es el plástico, los otros materiales se pueden comprar pero no otorgarán rentabilidad al comprarlos, debido a que si se presenta un mejor comprador, el recolector aunque tenga sueldo fijo los venderá donde más le convenga.

Inversiones y reinversiones

Las inversiones en equipamiento se detallan en la tabla 47 del "Anexo 1" y no ameritan mayor explicación debido a que se asemeja a la alternativa 1 selectiva internalizada, salvo por el diferente número de recolectores. Los ingresos por venta de maquinaria se detallan en la tabla 48 del "Anexo 1".

Personal, operación y mantención

El personal requerido se detalla en la tabla 49 del "Anexo 1", dentro de ésta se considera el pago de imposiciones legales para todos los empleados excepto para los recolectores, pues en esta tabla se considera sólo el dinero que recibirán por la cantidad de plástico que pueden recolectar, sin embargo, se debe tener en cuenta que los ingresos que recibirán por el resto de los materiales se consideran más adelante en la evaluación. De acuerdo a las cantidades que recolecten, se les podría hacer un contrato legal con sus imposiciones respectivas.

La operación será similar a la descrita en "Alternativa 1 internalizada", salvo porque se recibirán todos los residuos reciclables, se clasificarán y una vez al mes serán retirados por las empresas recicladoras y se les pagará a los recolectores por sus materiales una vez al mes, de acuerdo a los precios de mercado. En la tabla 50 del "Anexo 1" se encuentran detallados los gastos de operación.

Costo de rechazo

El costo de rechazo se considera a un 20% de la cantidad de plástico ingresada a la planta, no se consideran rechazos en otros materiales, debido a que su recolección es seleccionada por los mismos recolectores en terreno, además ellos están tecnificados en el proceso de selección de material porque conocen cuales son las

condiciones del material que exigen las empresas recicladoras. (Ver tabla 11 del "Anexo 1").

Opción N° 8: "Recolección no selectiva internalizada con camiones"

Esta opción requiere un número mayor de camiones debido a que los materiales reciclables no deben ser compactados para que puedan ser vendidos a empresas recicladoras en buenas condiciones, motivo por el cual se considera la compra de camiones tolva tipo A sin compactador, además en esta al igual que en todas las alternativas se considera la operación del sistema de recolección durante el día debido a que la recolección nocturna no se puede llevar a cabo porque muchos lugares son residenciales y en otros hay muchos pasajes y condominios cerrados lo que dificultaría la recolección.

Inversiones y reinversiones

La inversión requerida para la externalización de este tipo de recolección se expresa en la tabla 51 del "Anexo 1".

Al igual que una de las alternativas anteriores con uso de camiones internos, éstos serán renovados al final del séptimo año¹⁶, y las camionetas consideradas son las mismas que en otras alternativas con camiones, pero no se consideran como costos relevantes dentro de la tabla 52 del "Anexo 1" para el análisis comparativo entre alternativas con camiones, que se realizará más adelante.

Personal, operación y mantención

En la tabla 53 del "Anexo 1" se detalla el balance de personal para esta alternativa.

La operación de esta alternativa consiste básicamente en la recolección de los materiales reciclables desde los domicilios, transportarlos e los camiones hasta la planta para posteriormente ser clasificados. Los detalles de los costos de

¹⁶ Según análisis en alternativas para vehículos/camiones.

operación se observan en la tabla 54 del "Anexo 1". Solo se consideran costos relevantes.

Costo de rechazo

El costo de rechazo está definido a 20% del total de plástico ingresado (ver tabla 11 del "Anexo 1") y **no se considera rechazo de los otros materiales, que en el caso de haberlos, serán compactados y enviados a relleno y sus costos serán asumidos dentro de los precios de venta de éstos materiales.**

Opción N° 9: "Recolección no selectiva externalizada con sistema de triciclos"

Esta opción queda descartada debido a las mismas razones ya argumentadas en la opción N° 4. Sin embargo, se debe reiterar que la externalización de la recolección no selectiva con triciclos no es conveniente debido a que los recolectores no se involucrarían con la empresa, por lo cual la capacitación, factor clave para la regularización y sistematización de la recolección, no se llevaría a cabo, además no se generaría ninguna garantía de que se recolecten las cantidades necesarias de plástico, ya que, el recolector no tendría ningún beneficio extra que lo motive a vender a la planta sus materiales, a excepción del dinero pagado por éstos.

En esta opción, la planta procesadora de plástico asume la compra de papel, cartón, vidrio, aluminio, hojalatas y otros metales a los recolectores, para posteriormente revenderlos a las empresas recicladoras. Los precios serán fijados de acuerdo a los que se manejen en el mercado, pero siempre tratando de entregarles los mejores de precios de compra a los recolectores, para que de esta manera, siempre estén comprometidos con la empresa y no pierdan tiempo en buscar mejores compradores, lo que genera ineficiencia en la recolección de plástico para el proyecto.

Opción N° 10 : "Recolección no selectiva externalizada con camiones"

En esta alternativa se considera el contrato de un servicio externo de recogida de residuos, los

cuales deberán operar sus camiones con el compactador inactivo para no destruir los reciclables. Estos camiones son los mismos considerados en la alternativa 2 y poseen una capacidad de carga de 14 M³.

Inversiones y reinversiones

La inversión requerida es similar a las otras alternativas externas, sin embargo para un primer análisis sólo se consideran los costos relevantes, por lo cual no se incluyen las camionetas mientras tanto. Los detalles relevantes de inversión se aprecian en la tabla 55 del "Anexo 1".

Las reinversiones necesarias, relevantes para evaluar esta alternativa se aprecian en la tabla 56 del "Anexo 1".

Personal, operación y mantención

El personal requerido se encuentra en la tabla 57 del "Anexo 1".

Se estima que la cantidad necesaria de camiones con capacidad de 14 m³ para recolectar las 39.604 ton/año de reciclables es de 61 camiones (Ver Modelo de Recolección Volumétrico-Másico de Residuos Reciclables), los cuales operarán de día durante 336 días al año, sin utilización del compactador.

El costo de rechazo es el mismo definido para las demás alternativas (20%. Ver tabla 11 del "Anexo 1") sin considerar rechazo por materiales no plásticos. De producirse cantidades de rechazo de otros materiales reciclables no plásticos, los costos se descontarán desde los ingresos obtenidos por su venta.

4.13 Comparación de opciones y selección de las más ventajosa económicamente

Comparación de Costos entre opciones de recolección Selectivas

Para comparar las opciones entre sí, se tomaron alternativas similares entre sí y se compararon sus costos relevantes actualizadas totales. De esta manera, la de menores costos actualizados totales, fue la seleccionada. Este procedimiento se realizó hasta que se obtuvo sólo una opción de recolección de residuos reciclables.

Comparación de costos actuales totales entre opción N° 2 y opción N° 3. (Camiones y Camiones con campanas, ambos internos)

Se tomaron sólo los costos relevantes para esta comparación, es decir, que costos iguales que no marquen alguna diferencia entre ambas alternativas, no se consideraron por ejemplo; el costo de inversión, reinversión y operación de las camionetas, ya que en ambas alternativas son iguales, pues se pretende comprar tres camionetas en cada una de ellas.

Para comparar los costos relevantes en la alternativa N° 2 (camiones internos de 19 m³ de capacidad) con la alternativa N° 3 (Camiones y campanas) se generaron las tablas 59 del y 60 del "Anexo 1", en donde se puede ver que el VAC (a una tasa de descuento privada del 17%) para la alternativa N° 2 es de U\$ 2.755.135 mientras que para la alternativa N° 3 es de U\$ 3.391.718.

Por lo tanto, la alternativa N° 3 internalizada selectiva (recolección con camiones y campanas) queda descartada por tener un costo de U\$ 636.000 más que su alternativa sustituta.

Comparación de costos actuales totales entre opción N° 5 y opción N° 6. (Camiones y Camiones con contenedores, ambas externas)

Se comparó la alternativa de recolección selectiva externa con camiones versus su sustituta pero con camiones y contenedores.

Se consideraron sólo los costos relevantes entre estas alternativas, al igual que en la comparación anterior, de tal manera que el costo de arrendamiento del terreno, costos asociados a las camionetas y otros que son idénticos entre ambas opciones, no se contemplan por no ser incrementales.

Los resultados de los costos asociados a cada alternativa se aprecian en las tablas 61 y 62 del "Anexo 1", en donde se ve que el VAC a una tasa de descuento privada del 17%, para la opción N° 5 es de U\$ 1.636.670 mientras que para la opción N° 6 es de U\$ 2.157.432, por lo cual la opción N° 6 queda descartada por una diferencia de más de U\$ 520.000.

Comparación de costos actuales totales entre opción N° 2 y opción N° 5 (camiones internos versus camiones externos)

Al comparar la alternativa internalizada de recolección selectiva de plásticos versus su similar con camiones pero externalizada, sólo se consideró los costos incrementales.

Los costos se clasifican en las tablas 63 y 64 del "Anexo 1", en éstas se aprecia que el VAC total para la opción N° 2 es de U\$ 2.890.861 mientras que para la opción N° 5 es de U\$1.784.451, lo que establece una diferencia de más de U\$1.000.000 por lo que la opción N° 5 queda descartada.

Comparación de costos actuales totales entre Opción N° 1 (triciclos) y Opción N° 5 (camiones externos)

Se compararon los costos actuales relevantes totales de la recolección selectiva con triciclos internalizada y de la recolección selectiva con camiones externos. En la tabla 65 se aprecian los costos de la alternativa "triciclos" y en la tabla 66 del "Anexo 1" los de la alternativa N° 5.

De dichas tablas se puede concluir que la alternativa que presenta los menores costos totales actualizados es la N° 5 con un VAC total de U\$ 1.956.085 contra U\$4.044.879. Por lo tanto la recolección selectiva internalizada con triciclos queda descartada.

Comparación de Costos entre opciones de recolección NO Selectivas

Comparación de costos actuales totales entre Opción N° 8 (camiones internos) y Opción N° 10 (camiones externos)

Se compararon las opciones de recolección de residuos reciclables no selectiva (papel, cartón, vidrio, aluminio y metales) entre sí. En la tabla 67 del "Anexo 1" se presenta el detalle de costos actualizados de la recolección internalizada no selectiva con sistema de camiones (opción N° 8) y en la tabla 68 del "Anexo 1" se presentan los costos actualizados de la opción de recolección no selectiva externalizada con sistema de camiones (opción N° 10). De los datos de dichas tablas se puede concluir que el VAC total de la opción N° 10 es de U\$7.474.975 mientras que el VAC total de la alternativa N° 8 es de U\$ 10.510.073, lo que implica la preferencia de la recolección no selectiva con camiones externos (opción N° 10) por sobre su sustituta.

Comparación de costos actuales totales entre Opción N° 7 (triciclos) y Opción N° 10 (camiones externos)

En la tabla 69 del "Anexo 1" se presenta el detalle de costos actualizados de la recolección internalizada no selectiva con sistema de triciclos (opción N° 7) y en la tabla 70 del "Anexo 1" se presentan los costos actualizados de la Opción de recolección no selectiva externalizada con sistema de camiones (opción N° 10). De los datos de dichas tablas se puede concluir que el VAC total de la opción N° 10 es de U\$ 9.189.321 mientras que el VAC total de la alternativa N° 7 es de U\$ 3.003.095, lo que implica la preferencia de la recolección no selectiva con triciclos internalizada (opción N° 7) por sobre su sustituta por una diferencia de más de U\$ 6.000.000.

- De escoger alguna opción de recolección selectiva para el plástico, siguiendo un criterio netamente económico, ésta debería ser la recolección mediante un sistema de camiones externos, o sea, externalizar la recolección. (Ver Fig. N° 6).

- Por otro lado, si se requiere recolectar los residuos reciclables en general (recolección no selectiva), siguiendo el mismo criterio económico, se debe preferir la recolección con triciclos no selectiva internalizada por sobre cualquier otra. (Ver Fig. 7).

4.14 Análisis de flujo de caja entre las opciones de seleccionadas

El hecho de que se deba escoger de entre varias opciones la que posee los menores costos totales actualizados, obedece a un criterio económico de maximización de los recursos disponibles, esto significa, que pese a que todos los proyectos puedan ser rentables (VAN positivo), se debe escoger el que maximice las ganancias, de lo contrario se estaría perdiendo dinero. Sin embargo, la elección de un proyecto por sobre otro no siempre sigue este criterio, esto se observa en proyectos sociales orientados a mejorar las condiciones y oportunidades de la comunidad, realizándose proyectos de muy baja o ninguna rentabilidad, e incluso con pérdidas económicas pero con ganancias sociales, en los cuales no prima un criterio netamente económico.

Para las dos alternativas de recolección seleccionadas, una selectiva y la otra indiferenciada, se construyó un flujo de caja, para determinar sus rentabilidades económicas, al suponer un ingreso de dinero por la venta supuesta de los materiales plásticos a la planta elaboradora de productos plásticos en base a pellet reciclado. Este ejercicio se realiza para determinar el costo real de la recolección, en donde el VAN se hace cero (0).

Tomando los datos de costos expresados en las tablas anteriores, se realizó el flujo de caja presentado en la tabla 7 y 8. Se ha calculado el capital de trabajo mediante el "método de desfase", el cual considera todos los costos por día que se deben asumir hasta que ocurren entradas de dinero.

Supuestos para el flujo de caja de la Recolección Selectiva con camiones

- Los Ingresos de \$100/kilo de plástico recolectado se consideran como "la venta supuesta" del material recolectado a la planta procesadora, pero cuando se evalúe la planta procesadora, lo que realmente se considera es el precio mínimo de venta del plástico recolectado, o en otras palabras, el costo de recolección que se debe asumir (VAN = 0). Posteriormente las ganancias se obtendrán por la diferencia de dinero que obtendrá la planta productora de artículos, al trabajar con plástico reciclado en vez de resina virgen, lo que dará recursos suficientes como para cubrir los costos de recolección, reciclamiento y producción de materiales sobre la base de reciclado.
- Las remuneraciones se calculan sobre la base de los sueldos más imposiciones legales para los empleados.
- El impuesto a las utilidades se considera como el 17%, tasa actualizada al año 2004.
- La depreciación se estimó en forma lineal de acuerdo a la vida útil contable de los activos.
- La amortización de intangibles corresponde al ítem de capacitación, el cual se amortiza en un año y como hay una capacitación anual durante todo el período de evaluación del proyecto, la amortización aparece durante los 10 años.
- El valor libro de los activos es 0 de acuerdo a la vida útil contable de cada activo al momento de venderlos.
- Como gastos de puesta en marcha se entiende, la promoción propiamente tal.
- Sólo se considera el costo de rechazo, como costo variable, pues depende de cantidad de material recolectado anualmente.
- Otros costos son fijos.
- Se consideró el valor de desecho como, el valor comercial de los activos al final del año 10, incluyendo los activos comprados al final del último año, debido a que se debe evaluar el proyecto considerando su continuidad en el tiempo. para seguir

generando recursos, de esta forma también se consideró todas las reinversiones al año 10.

- El arrendamiento del terreno considera un alza anual de un 2,5 % de acuerdo a la variación promedio del IPC.

VAN

El criterio del Valor Actual Neto, plantea que el proyecto debe aceptarse si su VAN es igual o superior a cero, donde el VAN propiamente tal, es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

VA

El Valor Actual representa los montos de dinero que se obtendrán al final de cada año, después de descontados los impuestos, actualizados al valor del dinero en año 0.

TIR

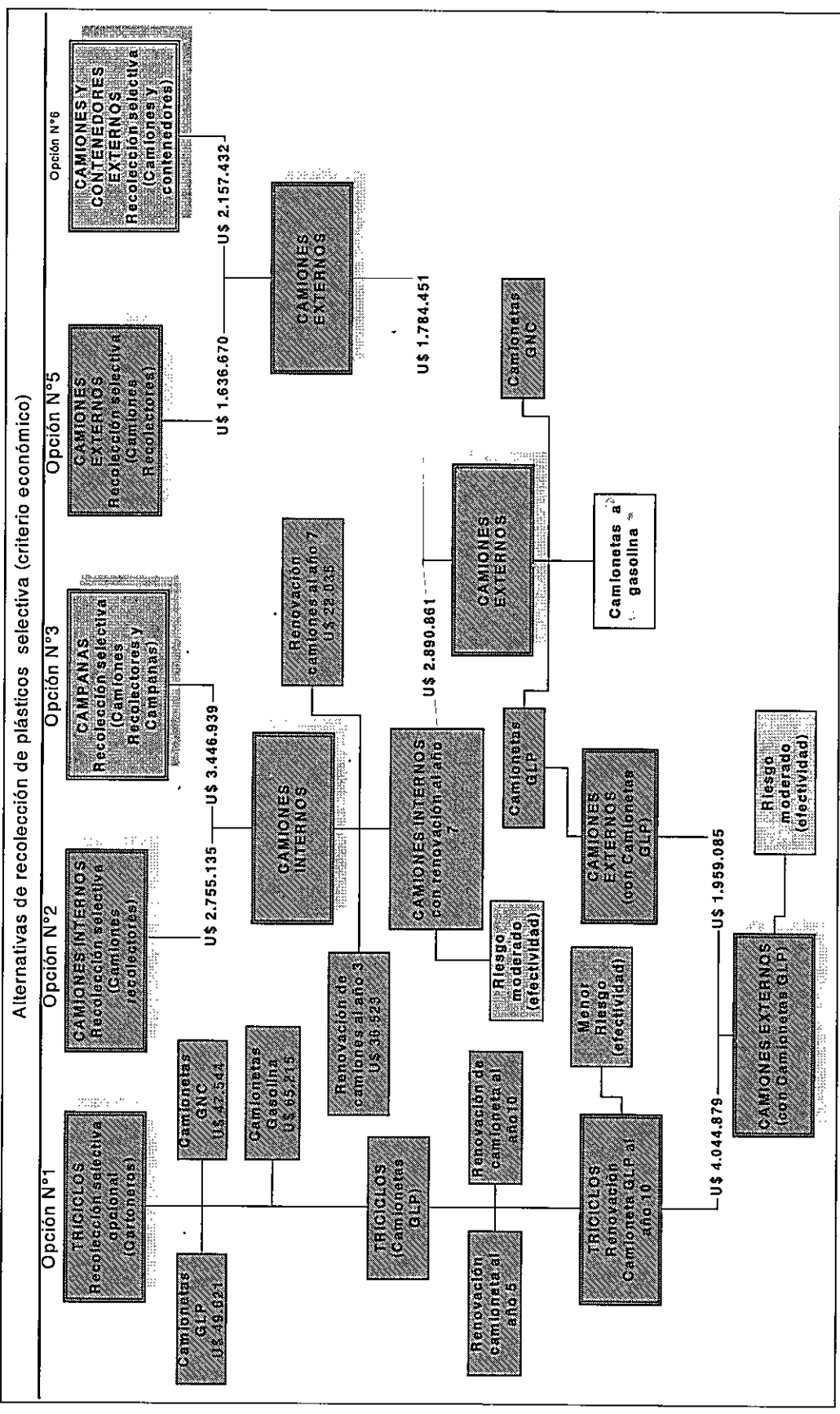
La Tasa Interna de Retorno evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual, que es lo mismo que calcular el VAN = 0. Algunos autores la definen como "la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo". (Sapag, 2003. Evaluación de proyectos de inversión en la empresa)

En Este análisis se considerará al VAN como indicador preferencial por sobre la TIR, debido a que ésta tiene falencias, como por ejemplo; que a una misma tasa de descuento se pueden encontrar dos o más TIR, hecho que radica en los flujos positivos y negativos que pueda presentar el proyecto en distintos años.

IVAN

El Índice de Valor Actual Neto es otro tipo de indicador, el cual representa la cantidad de dinero, expresado en moneda actual, que se

Figura N° 6.: Esquema general de selección mediante los costos actualizados (VAC), de una alternativa de recolección selectiva de plásticos. (Según criterio económico).



retribuye por el proyecto por cada peso invertido en él. En otras palabras, es el valor actual neto dividido por el total de la inversión. En la tabla 7 se muestra el flujo de caja construido para esta alternativa, en donde el VAN es de U\$ 2.983.941 y la TIR es 201%.. En vista de los antecedentes, ésta es la opción de recolección de residuos reciclables más rentable económicamente frente a las anteriores.

Supuestos y condiciones para el flujo de caja de la recolección no selectiva con triciclos (opción N°7).

➤ Los ingresos que se consideran para la recolección no selectiva con triciclos son sólo las entradas de dinero por la venta del material plástico a la empresa recicladora, a un precio de \$100/Kg, que como se mencionó anteriormente, éstos no son relevantes cuando se estudie la planta recicladora y la productora de artículos, porque sólo se considerarán los costos y la entrada de dinero será por el ahorro producido entre comprar la resina virgen y utilizar el material reciclado.

El resto de los materiales recolectados serán vendidos y los ingresos por éstos serán distribuidos entre los recolectores de acuerdo a la cantidad recolectada por cada uno de ellos, de esta forma, ellos serán beneficiados por el mejor precio que pueda dar el mercado a los respectivos materiales.

Los precios de los materiales son los que se manejan en el mercado, pero para efectos de la evaluación se consideraron los precios típicos y sus rangos de variación entre el peor y el mejor escenario. Según los datos de composición de los residuos sólidos encontrados en la literatura (ver tabla de datos en el anexo 2), se define el porcentaje en peso para papel y cartón en conjunto y para todos los metales también, por lo que primero se obtuvieron los porcentajes en peso de los materiales reciclables dentro de los residuos sólidos en general, lo que arroja que el 33% de los RSD es material reciclable, del cual, el 57,58% en peso corresponde al papel y cartón, el 30,3% a plástico, 6,06% al vidrio y 6,06% también para los metales. Se estableció

que dentro del papel y cartón recolectado, el peso del cartón es el doble que el del papel (com. Per.). (Detalles mostrados en la tabla de datos del anexo 2). Para los metales se estima sólo como recuperable del 6,06% un 5%, del cual 2,5% es hojalata y el otro 2,5% corresponde a otros metales. Para el Aluminio se considera un 1% del peso de los materiales reciclables, escenario bastante conservador, porque se desconocen las cantidades exactas de este material, además de que su recolección es muy común debido a su alto precio.

➤ El capital de trabajo se calculó mediante el método de desfase, pero considerando la entrada de ingresos a partir del primer mes (30 días) al vender los materiales reciclables, como papel, cartón, etc.

➤ El resto de los supuestos son los mismos mencionados para la recolección selectiva de plástico.

En la tabla 8 se aprecia el flujo de caja para esta opción, en la cual se ve que el VAN es de U\$ 1.984.684 y la TIR de 116 %.

4.15 Análisis de sensibilidad

No es suficiente con demostrar que el flujo de caja proyectado es positivo, sino que es necesario conocer los márgenes entre los cuales el VAN podría desplazarse. Se realizó un análisis de sensibilidad para conocer el comportamiento del VAN frente a cambios en variables claves dentro de la evaluación.

Se realizaron dos análisis, con los cuales se espera tener la certeza suficiente de la variabilidad del VAN, éstos son el análisis unidimensional y la simulación de Montecarlo.

Análisis unidimensional

Tal como su nombre lo indica, este análisis sirve para establecer el comportamiento del VAN frente a cambios de una sola variable.

Tabla N.º 7: Flujo de caja para una recolección Selectiva de plásticos con sistema de recogida con camiones externos (Opción N.º 5).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ton recolectadas/año	12,000.00										
Precio plástico U\$/Ton	45.10		VAN = 0								
Toneladas a reciclar	9,600.00	\$/Kilogrammo	\$/Kilogrammo	U\$/Ton							
Precio Venta U\$/Ton	150.35	100.00	34.15	51.34							
Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327	1,443.327
Costos Variables											
Costo Rechazo		-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287
Costos Fijos											
Remuneraciones		-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429
Costos operación		-315000	-318902	-318936	-321676	-319003	-319037	-319071	-321811	-319139	-319172
Venta de Activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	8525
Depreciación activos		-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532
Amortización intangibles		-100220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor libro Activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuesto		737859	834178	834144	831404	834076	834043	834009	831269	833941	842432
Impuesto (17%)		-125436	-141810	-141804	-141339	-141793	-141781	-141781	-141316	-141770	-143213
Utilidad Neta		612423	692368	692340	690065	692283	692255	692227	689953	692171	699218
Depreciación activos		7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532
Amortización intangibles		100220	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor libro de activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversiones Maquinaria y equipo		-107304									
Gastos de Puesta en Marcha		-100220									
Reinversiones		0	1503	0	1503	121	1503	1029	1503	0	67595
Capital de Trabajo		-148086									148086
Valor de Desecho											68110
Flujo (US\$)		-355610	720176	699872	699101	699936	701291	700788	698988	699703	990541
(US\$)		-355610	615535	436979	373075	319249	273390	233499	199060	170310	206070
VAN (17%) (US\$)		2,983,941	TIR	201%							

Tabla N° 8: Flujo de caja para una recolección internalizada No Selectiva de residuos reciclables con sistema de recogida de triciclos (Opción N°7).

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ton recolectadas/año		39.604									
Toneladas a reciclar		31.683	\$/Kg								
Precio Venta reciclables U\$/Ton		126	53,25								
Precio venta plástico U\$/Ton		150	100								
						U\$/Ton					
						64,1	96,37				
Ingresos		3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747
Costos Variables											
Costo Rechazo		-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095
Costos Fijos											
Remuneraciones		-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103
Costos operación		-113.227	-113.391	-113.555	-117.728	-113.883	-114.046	-114.210	-118.383	-114.538	-114.703
Venta de Activos											11.366
Depreciación activos		-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403
Amortización intangibles		-101.122	-902	-902	-902	-902	-902	-902	-902	-902	-902
Valor libro Activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuesto		502.796	602.852	602.689	602.457	602.361	602.197	602.033	597.860	601.705	612.907
Impuesto (17%)		-85.475	-102.485	-102.457	-101.748	-102.401	-102.373	-102.346	-101.636	-102.290	-104.194
Utilidad Neta		417.321	500.367	500.231	496.768	499.959	499.823	499.687	496.224	499.415	508.712
Depreciación activos		25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403
Amortización intangibles		101.122	902	902	902	902	902	902	902	902	902
Valor libro de activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversiones Maq y equ		-119.818									
Gastos de Puesta en											
Marcha		-101.122									
Reinversiones		-7.416	-8.919	-9.337	-8.919	-63.953	-10.840	-8.445	-8.919	-9.337	-116.748
Capital de Trabajo		-230.655									230.655
Valor de Desecho											53.430
Flujo (US\$)		-451.596	536.431	517.754	517.200	514.154	515.289	517.548	513.610	516.384	702.356
VAC (US\$)		-451.596	458.488	378.226	322.925	274.379	210.866	172.445	146.267	125.690	146.116
VAN (17%) (US\$)		1.984.684	TIR	116%							

El 30,3% de los residuos reciclables corresponde a plástico, como se necesitan 12 mil ton/año entonces son 39 mil 604 ton de residuos reciclables que deben ingresar a la planta por año.

Este análisis se utilizó para determinar cuál es el precio mínimo de venta del plástico recolectado, con el cual, el VAN se hace 0 (cero), definido en otras palabras sería el costo real (considerando el costo de capital o tasa de descuento) que tiene para la empresa recolectar un kilogramo de plástico que cumpla con las condiciones necesarias para ingresar al proceso de reciclaje. (Ver tabla 9). Para la recolección indiferenciada con triciclos, el análisis se hizo para el plástico.

Tabla N° 9: Análisis de sensibilidad unidimensional. Costo de recolección del plástico.

Tipo de Recolección	Precio venta mínimo del material recolectado para un VAN = 0 (Costo total de recolección)
Camiones externos selectiva	\$43,53/Kg de plástico
Triciclos internos no selectiva	\$64,1/Kg de plástico

La alternativa que tiene los menores costos asociados o que puede soportar mejor la baja de precio del plástico recolectado es la alternativa de recolección selectiva con camiones externos. (Opción N° 5).

Por otro lado, para la recolección No selectiva o indiferenciada de residuos reciclables mediante triciclos, no se considera el resto de los materiales reciclables, porque no afectan al proyecto, pues sus ingresos serán destinados a los recolectores.

También se realizó un análisis unidimensional para distintas tasa de descuento y se produjeron los siguientes VAN expresados en la tabla 10.

Por último se realizó un análisis unidimensional para la compra de residuo plástico a los recolectores con triciclos.

Tabla N° 10: Análisis de sensibilidad unidimensional. Costo de recolección del plástico.

Tipo de Recolección	VAN (US\$) con Tasa de Descuento de:		
	17%	15%	12%
Camiones externos selectiva	2.983.941	3.247.759	3.712.020
Triciclos internos no selectiva	1.984.684	2.175.889	2.512.291

Simulación de montecarlo

La simulación de Montecarlo consiste básicamente en la variación de una o más variables importante(s) para el proyecto en cuestión, haciéndolas variar dentro de los rangos que se establezcan para generar diferentes escenarios (distintos VAN). Al variar de esta manera el flujo de caja, se puede obtener una certeza estadística de los rangos de variación del VAN.

Para la recolección selectiva de plástico, se establecieron como variables sujetas a cambio con consecuencias importantes para el resultado del proyecto las siguientes:

➤ La variación del precio del Dólar estadounidense.

Como los datos y el flujo están expresados en esa moneda, la variación de ésta se consideró relevante. Se considera una distribución normal como la más probable. Con:

Media de \$665, desviación estándar de \$67, el rango seleccionado es de 0 a +infinito, el valor medio en la simulación fue \$667.

➤ El precio de venta del plástico recolectado.

Suponiendo la venta de este material se consideró relevante para la variación del VAN, con una distribución triangular con valores de \$75/kg para el peor escenario, \$100/kg para el típico y \$125/kg para el mejor.

➤ El porcentaje de rechazo.

Al variar el porcentaje de rechazo dentro de los parámetros técnicos de la recicladora y la variación en la selectividad del material por la comunidad, se generan diversos escenarios en los cuales aumentan los costos de rechazo, por mayor tonelaje de materiales rechazados, con mayores costos de traslado y disposición, menor cantidad de producción de material para entrar a reciclaje y menor eficiencia del proceso en general. Esta variable se hace sumamente importante, siendo uno de los cuellos de botella de la recolección.

Se consideró una distribución triangular con tres escenarios; el peor con 45% de rechazo, típico con 33% y el mejor 20%, siendo el más probable el típico, en donde se concentra la mayor parte del área. Mientras menor es el porcentaje de rechazo, mejor es el escenario. Sin embargo, para la recolección con triciclos no selectiva se

consideró un rango de variación menor, entre un 20% y un 30%, debido a que los recolectores suelen ser más selectivos en los materiales que recogen.

➤ La cantidad de material recolectado anualmente.

Esta es una variable importante para todas las alternativas de recolección debido a que el éxito de cualquier opción se basa en una recolección más o menos eficiente. La distribución escogida para la recolección anual de plástico es la distribución normal, tomando como valor promedio las 12.000 toneladas necesarias para la planta

La media fue de 12.000 toneladas, desviación estándar de 1.200, el rango seleccionado fue de 0 hasta +infinito.

Para la recolección no selectiva

➤ La cantidad de material recolectado anualmente.

Se calculó en función de las 12.000 toneladas de plástico que se necesitan recolectar y de acuerdo al porcentaje en peso que representa el plástico del total de los reciclables. Lo que significa recolectar 39.604 toneladas anuales. Se consideró una distribución normal con una media de 39.604 ton/año, una desviación estándar de 3.960 ton y un rango seleccionado entre 0 hasta +infinito.

➤ El precio de venta de los materiales reciclables.

Se estimó como el típico precio de venta el existente en el mercado, fluctuando entre precios que van desde el peor al mejor escenario.

Junto con las variables anteriores, se agregaron las siguientes:

➤ El precio de compra del residuo plástico.

Dado que se comprarán los plásticos a los recolectores, se consideró como una variable de importancia para este tipo de recolección. Se asignó una distribución triangular con precios de compra de \$20Kg., \$30Kg. y \$40/Kg., para los escenarios mejor, típico y peor, respectivamente.

➤ El precio de venta del papel.

El precio de venta de papel fluctúa desde el precio de compra de papel de guías de teléfonos hasta el más alto, papel blanco de alta calidad.

Se consideró una distribución triangular con valores de \$15/kg, \$60/kg y \$110/kg, para representar los escenarios peor, típico y mejor, respectivamente.

➤ El precio de venta del cartón.

Se consideró una distribución triangular con \$47/kg, \$53/kg y \$55/kg como precios para los tres escenarios.

➤ El precio de venta del vidrio

Se consideraron precios de vidrio picado y de vidrio verde con una distribución triangular con valores de \$10/Kg., \$20/Kg. y \$30/Kg.

➤ El precio de venta del aluminio.

Se designó una distribución triangular con valores de \$300, \$450 y \$600 por kilogramo de material.

➤ El precio de venta de la hojalata.

Se consideró una distribución triangular con valores por kilogramo de material de \$400, \$500 y \$600.

➤ El precio de venta de otros metales.

Se consideró una distribución triangular con valores de \$100, \$300 y \$400 por kilogramo de material.

Se hizo correr la simulación a 5.000 ensayos (escenarios), para generar una idea de las probabilidades de movimiento del VAN.

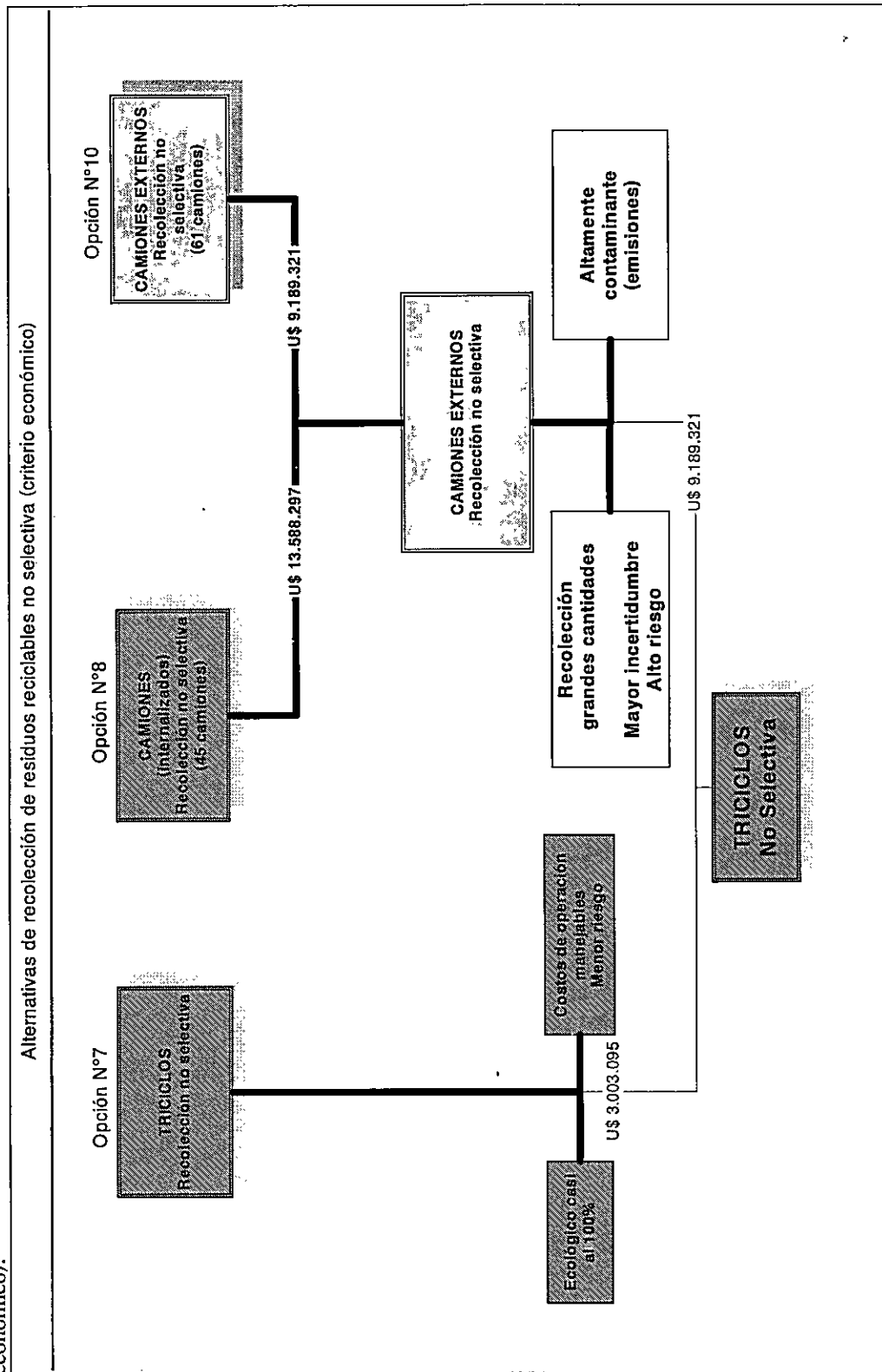
Los "Outliers" son los valores fuera de rango o valores erróneos que se produjeron durante los ensayos y que se deben principalmente a operaciones matemáticas no lógicas en algunas combinaciones de las variables.

Simulación de montecarlo para la recolección selectiva de plástico mediante sistema externalizado de camiones (opción N°5)

Al realizar la simulación se obtuvo la carta de sensibilidad mostrada en la figura 8. En la carta de sensibilidad se aprecia que el porcentaje de rechazo es una variable de alta influencia negativa para el VAN, pues lo afecta con un 59%. La variación del dólar afecta negativamente el VAN en un 32%, pese a ser un menor valor, no deja de ser importante.

Las variables que afectan positivamente el VAN de este tipo de recolección, son el precio de

Figura Nº 7: Esquema general de elección, mediante los costos actualizados (VAC), de una alternativa de recolección No selectiva de plásticos. (Según criterio económico).



venta del plástico recolectado y el tonelaje recolectado anualmente, con un 57% y 43% respectivamente.

70%	2.171.379
80%	2.454.576
90%	2.943.753
100%	5.353.652

Los valores estadísticos de la simulación son los siguientes:

Forecast: VAN (17%)

Summary:
 Certainty Level is 99,30%
 Certainty Range is from 0 to +Infinity U\$
 Display Range is from -500.000 to 4.500.000 U\$
 Entire Range is from -366.414 to 5.353.652 U\$
 After 5.000 Trials, the Std. Error of the Mean is 12.292

Statistics:	Value
Trials	5000
Mean	1.778.340
Median	1.708.823
Mode	---
Standard Deviation	869.154
Variance	8E+ 11
Skewness	0,50
Kurtosis	3,29
Coeff. of Variability	0,49
Range Minimum	-366.414
Range Maximum	5.353.652
Range Width	5.720.067
Mean Std. Error	12.291,69.

Se presentaron 18 outliers y los percentiles obtenidos son:

Percentile	U\$
0%	-366.414
10%	717.622
20%	1.023.366
30%	1.269.193
40%	1.495.997
50%	1.708.823
60%	1.938.512

De la simulación se determinó la media (U\$ 1.778.340), la desviación estándar (U\$ 869.154) y su error promedio (U\$ 12.291). Los valores posibles del VAN se desplazan entre los -U\$ 366.414 y U\$ 5.353.652.

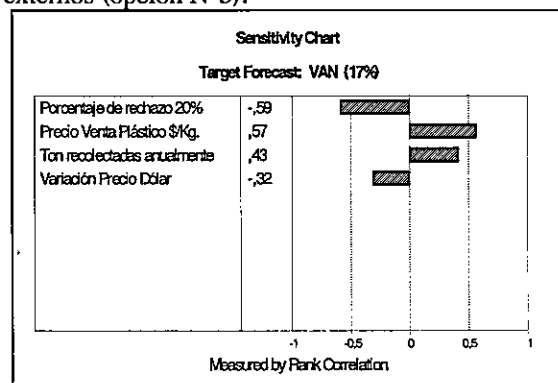
- La probabilidad de que el VAN sea positivo es de 99,3%.

En la Fig. 9 se presenta la forma de distribución de las probabilidades para los posibles valores del VAN.

Simulación de montecarlo para la recolección no selectiva internalizada mediante sistema de triciclos (opción N°7)

Para esta alternativa se contempla un porcentaje de rechazo menor que va desde un 20 a un 30%¹⁷.

Figura N° 8: Carta de sensibilidad para la recolección selectiva de plásticos mediante sistema de camiones externos (opción N°5).



De acuerdo a los parámetros de variación definidos, se generó una carta de sensibilidad. (Fig. 10). De esta carta se observa que la influencia negativa en el VAN la ejercen principalmente el porcentaje de rechazo y el

¹⁷ Ver explicación en sección I del análisis de sensibilidad/Simulación de Montecarlo.

precio de compra del residuo plástico, con porcentajes de 60% y 52% respectivamente. Finalmente el cambio en el precio del dólar afecta negativamente en un 13%.

Por otro lado, el precio de venta del plástico recolectado influiría positivamente en el VAN con un 53%.

Las toneladas recolectadas anualmente influyen positivamente en un 14% y el resto de las variables no presentan valores de influencia muy relevantes.

Los valores del VAN se mueven dentro de los -U\$ 2.707.106 y los U\$ 4.432.048 con una media centrada en los U\$ 615.749 y un error promedio de la desviación estándar de U\$ 14.446.

- La confianza de obtener un VAN positivo es de 72,8%.

De la simulación se obtuvo la distribución de frecuencias y probabilidades del VAN, mostrados en la Fig. 11.

Los datos estadísticos de la simulación para esta alternativa son:

Forecast: VAN (17%)

Summary:

Certainty Level is 72,80%

Certainty Range is from 0 to +Infinity

U\$

Display Range is from -2.500.000 to 3.500.000 U\$

Entire Range is from -2.707.106 to 4.432.048 U\$

After 5.000 Trials, the Std. Error of the Mean is 14.446

Statistics	Value
Trials	5000
Mean	615.749
Median	585.638
Mode	---
Standard Deviation	1.021.473
Variance	1E+12
Skewness	0,16
Kurtosis	3,07
Coeff. of Variability	1,66
Range Minimum	-2.707.106
Range Maximum	4.432.048
Range Width	7.139.154

Mean Std. Error **14.445,81**

Se presentaron 24 outliers. Los valores de los percentiles son los siguientes:

Percentiles:

Percentile	U\$
0%	-2.707.106
10%	-681.484
20%	-248.894
30%	72.041
40%	330.799
50%	585.638
60%	848.959
70%	1.143.635
80%	1.453.785
90%	1.927.978
100%	4.432.048

El resto de las variables no presenta valores de influencia muy relevantes.

Finalmente, se realizó un diagrama para esquematizar los resultados de los análisis de sensibilidad y la simulación de Montecarlo para las alternativas N° 5 y 7. (Ver Fig. 12).

4.16 EXTERNALIDADES

Las externalidades son impactos asociados al proyecto y que normalmente no son considerados en las evaluaciones económicas, ya sea, por no tener un valor económico definido y aceptado por todos, o porque no son posibles de estimar. Las externalidades pueden ser positivas o negativas.

Emisiones gaseosas

Las emisiones gaseosas son producidas por el uso de los camiones, en las alternativas que los contemplan, y por las camionetas empleadas en todas las alternativas de recolección.

Las emisiones generadas contienen los siguientes contaminantes:

- Material Particulado (MP)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
- Óxido de Dinitrógeno (N₂O)
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)
- Metano (CH₄)
- Amoníaco (NH₃)
- Polvo Resuspendido (PR)

Efectos en la salud por tipo de contaminante¹⁸

Material Particulado Respirable: PM10

Los efectos en salud vinculados a la exposición prolongada a este contaminante corresponden a un aumento en la frecuencia de cáncer pulmonar, muertes prematuras, síntomas respiratorios severos e irritación de ojos y nariz. La mayoría de las partículas cuyo diámetro es mayor que 5 µm se depositan en las vías aéreas superiores y en la tráquea y los bronquios. Aquéllas cuyo diámetro es inferior tienen mayor probabilidad de depositarse en los bronquiolos y alvéolos a medida que su tamaño disminuye.

Una vez que las partículas se han depositado en el sistema respiratorio, su acción irritante es producto por una parte, de su composición química y su toxicidad; y por otra, de su facilidad de absorber otras sustancias en su superficie, produciéndose un efecto sinérgico que incrementa su agresividad.

En cuanto a su composición química, la fracción gruesa (2,5 - 10 µm) del material particulado respirable está compuesta en su mayoría por partículas de pH básico producto de combustión no controlada y de procesos de desintegración mecánica.

Las partículas de diámetro menor que 2,5 µm son, generalmente, ácidas e incluyen hollín y otros derivados de las emisiones vehiculares e industriales. Otras sustancias que pueden estar presentes en las partículas son el plomo, arsénico, berilio, cadmio, mercurio, sulfatos, nitratos e hidrocarburos policíclicos aromáticos.

Monóxido de Carbono: CO

El monóxido de carbono es producto de la combustión incompleta de compuestos carbonados y algunos procesos industriales y biológicos. Los principales aportes resultan de las emisiones vehiculares y al interior del hogar, de estufas, cocinas, humo del cigarrillo y calefontes.

Reacciona con la hemoglobina en lugar del oxígeno, dada su afinidad notoriamente superior, para formar carboxihemoglobina. Afecta la salud interfiriendo con el transporte de dicho elemento (O₂) al corazón y otros músculos, y también al cerebro.

Por esto, individuos con enfermedades coronarias sufren un riesgo mayor frente a exposiciones de CO. Otros efectos en salud ligados a este contaminante son aumento de angina en pacientes susceptibles, disminución en las funciones neuroconductuales, efectos perinatales como menor peso del feto y retardo del desarrollo post-natal.

Dióxido de Nitrógeno: NO₂

Este compuesto es generado naturalmente por acción volcánica y bacteriana, y por tormentas eléctricas. Sus fuentes antropogénicas, residen principalmente en procesos de quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas metano, etc.) a altas temperaturas. Es un importante precursor de la formación de ozono. Al interior del hogar, sus principales fuentes son las cocinas a gas, las estufas de parafina y los hornos. Su toxicidad se debe principalmente a sus propiedades oxidativas. Sus efectos en salud son: inducción de edema pulmonar, aumento de metabolismo antioxidante, daño celular en el pulmón, irritación y pérdida de mucosas.

Monóxido de Nitrógeno: NO

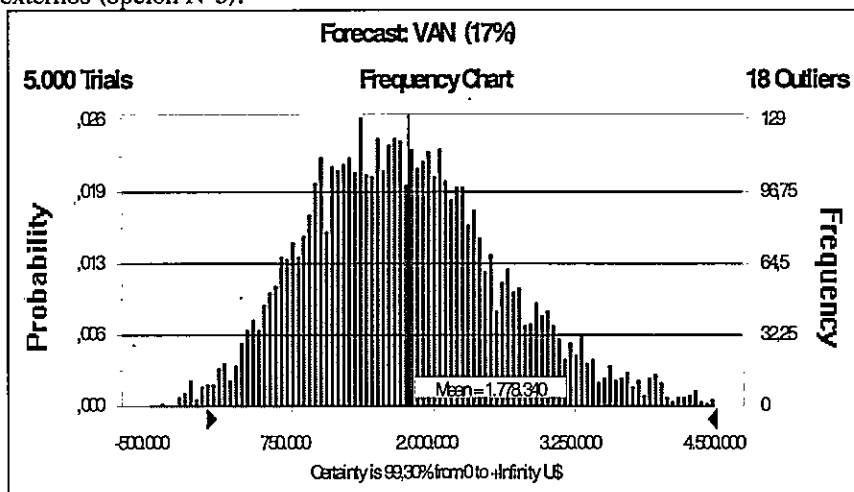
El contaminante generado en forma primaria es el NO, parte del cual rápidamente se oxida a NO₂. Ambos óxidos liberados a la atmósfera participan activamente en un conjunto de reacciones fotoquímicas que, en presencia de hidrocarburos reactivos, generan ozono. Además, en su proceso de transformación, este contaminante forma nitratos, es decir, sales que

¹⁸ Según Plan de Prevención para la Descontaminación Atmosférica (PPDA) de Santiago.

pueden ser transportadas en el material particulado respirable y que en presencia de humedad forman ácidos.

Estos ácidos son una parte importante del material particulado secundario, que tiene efectos nocivos en la salud.

Figura N° 9: Distribución de frecuencias de los valores del VAN para una recolección selectiva de plástico con camiones externos (opción N°5).



Dióxido de azufre: SO₂

Este gas reacciona en la superficie de una amplia variedad de aerosoles, por lo que su acción se potencia ante la presencia de material particulado. La mayor parte de las emisiones de azufre se libera en forma de SO₂, que es a su vez oxidado a SO₃. Bajo la presencia de humedad, se forma ácido sulfúrico el cual está presente como aerosol o partículas sólidas, es decir, es un precursor en la formación de material particulado. Es producto de la quema de combustibles fósiles, de la fundición de minerales que contienen azufre y otros procesos industriales. Al interior del hogar, los fuegos domésticos son una fuente importante.

Esta sustancia posee efectos irritantes sobre las vías respiratorias, dando lugar a broncoconstricción y bronquitis obstructiva. Tal como se mencionó en el acápite referente al material particulado, el efecto sinérgico de éste junto a otros contaminantes puede ser altamente agresivo.

Ozono: O₃

Este contaminante secundario es el principal componente del smog fotoquímico, y uno de los más fuertes agentes oxidantes, formado a partir de la acción de la luz solar de manera indirecta en los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles en la tropósfera, y de la acción de la misma en las moléculas de ozono en la estratósfera. No existen fuentes apreciables de origen antropogénico en la atmósfera.

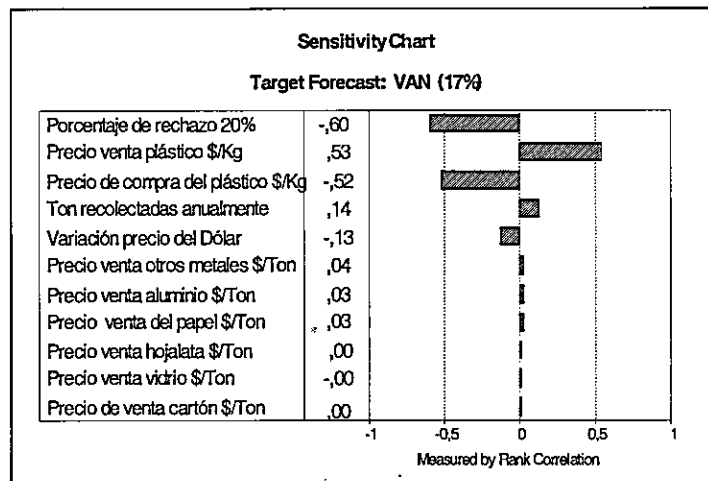
La toxicidad del ozono ocurre en un continuo, en el cual mayores concentraciones causan mayores efectos. Los síntomas que han sido reportados son: tos y dolor de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta, dolor de tórax incremento de mucosidad, estertores, cierre de las vías respiratorias, languidez, malestar y náuseas, y aumento en la incidencia de ataques asmáticos.

4.17 VALORACIÓN DE LAS EXTERNALIDADES

Para las diversas alternativas de recolección expuestas en este trabajo, se generan distintas externalidades que serán valoradas cuantitativamente o cualitativamente para generar otra visión evaluativa de las opciones. Esta visión seguirá un criterio social-ambiental. Los actuales niveles de contaminación atmosférica en la Región Metropolitana constituyen un perjuicio social de extrema

relevancia. De acuerdo a los estándares ambientales vigentes en Chile, en la Región Metropolitana se superan de manera sostenida casi todas las normas de calidad del aire primarias. Es decir, la calidad del aire en esta zona representa un riesgo no permisible para la salud de su población. En este contexto, se hace necesaria una cuantificación y valoración de las emisiones atmosféricas en conjunto con las externalidades asociadas a los residuos sólidos en general.

Figura N° 10: Carta de sensibilidad para una recolección No selectiva con sistema de triciclos internos (opción N°7).



Las externalidades positivas de todas las alternativas son:

- Disminución de la cantidad de residuos destinados a disposición final en relleno sanitario. (Costos asociados a transporte y recolección).
- Aumento de espacio dentro de los rellenos sanitarios al retirar residuos reciclables.
- Disminución de la demanda de resina virgen para fabricar productos plásticos. (No se evalúa en este estudio).
- Ahorros de energía dentro de los procesos productivos de la planta que trabaja con material reciclado. (No se evalúa en este estudio).

Como beneficios indirectos de cada alternativa se tienen:

- Generación de fuentes de trabajo directa e indirectamente.
- Capacitación de trabajadores.

Las externalidades negativas son las siguientes:

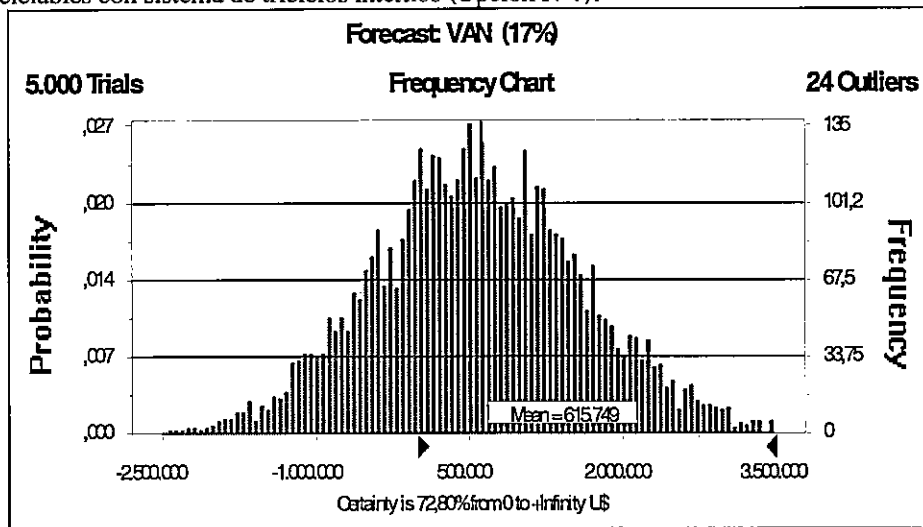
- Aumento de emisiones gaseosas por recolección y transporte de residuos.

Aumento de la congestión vehicular. (No evaluado).

- Aumento de ruido. (No evaluado)

Deterioro de pavimento. (No evaluado).

Figura N° 11: Distribución de frecuencias y probabilidades del VAN para una recolección indiferenciada de residuos reciclables con sistema de triciclos internos (Opción N°7).



Cuantificación de emisiones para las alternativas de recolección

Cuantificación de emisiones para un camión diesel de más de dos ejes

Por motivos de escasez de recursos temporales, técnicos y de información, sólo se han cuantificado parte de los beneficios y costos descritos, lo que resulta en estimaciones conservadoras para ambos.

Tomando como referencia los FE para camiones de más de dos ejes, es posible cuantificar las emisiones de un camión tipo A¹⁹, el cual posee más de dos ejes de acuerdo a especificaciones requeridas, definidas anteriormente.

En la tabla 73 del "Anexo 1", se detallan las emisiones en gramos por kilómetros recorridos, las que consideran una velocidad promedio de 20 km/hora para los camiones y se proyectan para todo un año, estableciendo un recorrido de 100.000 km/año.

Para el análisis de camiones externos, se considera el FE para camiones de más de dos ejes lo que genera en los cálculos mayores emisiones, pese a que la mayoría de los

camiones de empresas de recolección de residuos sólo poseen dos ejes. Esto se debe a que los camiones de tales servicios en su gran mayoría no son nuevos y por lo tanto sus emisiones son mayores a las estimadas, no todos son de dos ejes y además es probable que el kilometraje anual sea mayor que el estimado en este estudio. Por lo cual se considera el FE de camiones de más de dos ejes como una estimación razonable para los cálculos de emisiones.

Cuantificación de emisiones para las camionetas con uso de gasolina como combustible

En la tabla 74 del "Anexo 1", se expresan las emisiones generadas por una camioneta con consumo de gasolina, basadas en los FE para vehículos comerciales, considerando un recorrido de 100.000 km/año a una velocidad promedio de 50 km/hora.

Cuantificación de emisiones para las camionetas con uso de GLP como combustible

Las camionetas GLP emiten menor cantidad y tipos de gases contaminantes en comparación con las que utilizan gasolina o diesel, es por esta razón que se calculan las emisiones emitidas por éstos de acuerdo a que

¹⁹ Definidos previamente en alternativa 2 selectiva internalizada (recolección con camiones internos).

emiten 4 veces menos de CO, 5-8 veces menos de HC (COV), 5 veces menos de NO_x²⁰. A partir de estos datos se generó la tabla 75 del "Anexo 1", con emisiones de una camioneta GLP a partir de las cantidades emitidas por una camioneta convencional, descritas en la tabla 74 del "Anexo 1".

Aumento de emisiones por año o kilometraje

En las tablas 76, 77 y 78 del "Anexo 1", se describen los aumentos porcentuales de las emisiones para los camiones, camionetas a gasolina y camionetas GLP, respectivamente. Se debe tener en cuenta que el aumento registrado es para las emisiones de HC, CO y NO_x.

Se consideró como un año de kilometraje a los 100.000 kilómetros estimados a recorrer. El aumento de emisiones se considera a partir del segundo año, debido a que las emisiones para el primer año, ya habían sido calculadas y sobre éstas se calculó el aumento.

La tabla 78 del "Anexo 1", se creó a partir de los aumentos porcentuales de emisiones de una camioneta a gasolina.

Valoración de los costos por emisiones de las alternativas de recolección

Como resultado se obtuvieron las tablas 80 a la 85 del "Anexo 1", las cuales expresan la cuantificación monetaria actualizada de los costos de emisiones de los vehículos de las alternativas de la recolección, considerando el aumento porcentual anual de las emisiones. Estos costos incluyen los daños en salud, disminución de visibilidad, daños a la agricultura y materiales, descritos en el PPDA. Obtenido el valor actual de los costos de las emisiones para cada vehículo, basta con multiplicar el VAC de las emisiones por el número de vehículos respectivos que tenga cada alternativa y se obtendrá el costo social total de las emisiones. A priori se puede inferir que la alternativa que presentará mayores costos en este ítem será la recolección No selectiva con camiones externos.

Valoración monetaria de los residuos sólidos domiciliarios

La cuantificación monetaria de los residuos es importante, porque es una externalidad positiva de cualquiera de las alternativas de recolección. Se realizaron cuantificaciones para una tonelada de residuos sólidos plásticos domiciliarios y para una tonelada de residuos reciclables domiciliarios, las que se expresan en las tablas 11 y 12. Los valores de referencia se encuentran en la tabla de datos del anexo 2.

Tabla N° 11: Cuantificación monetaria de los residuos sólidos plásticos domiciliarios (RSPD).

RSPD	U\$/Ton
Residuos plásticos retirados de relleno	12,57
Transporte	11,89
Valor Comercial	45
Total	70

Una vez obtenidos los costos sociales por los residuos, éstos se considerarán como beneficios o externalidades positivas de las distintas alternativas de recolección.

De acuerdo a las cantidades recolectadas de residuos y por la composición de éstos, se puede deducir en **una primera aproximación que la alternativa que presenta mayores beneficios en este ítem es la recolección no selectiva con triciclos.**

Beneficios Sociales

El impacto social que trae consigo cualquier proyecto se mide principalmente en la cantidad de puestos de trabajo que genera o los recursos que se destinan al personal. Por lo anterior, aquí se analiza, de una manera simple, los beneficios asociados a las fuentes de trabajo de cada alternativa.

Valoración de beneficios sociales por fuentes de trabajo generadas

²⁰ Según datos de Metrogas. www.metrogas.cl

Para todas las alternativas consideradas se obtuvo el índice de beneficio social (IBS) el cual sólo sirve como indicador exclusivo para la comparación de beneficio social entre las alternativas pero no para la comparación de costos actualizados. En la tabla 13, se presenta el detalle del beneficio social para las alternativas evaluadas.

Tabla N° 12: Cuantificación monetaria de los residuos sólidos reciclables domiciliarios (RSRD).

RSRD	U\$/Ton
Residuos plásticos retirados de relleno	12,57
Transporte	11,89
Valor Comercial	126
Total	150

De esta forma se observa, la alternativa de recolección que genera mayor cantidad de puestos de trabajo es la recolección No selectiva con triciclos y es esta misma la de mayor IBS, esto significa que genera mayor impacto social positivo.

4.18 Selección de la Alternativa Óptima bajo el criterio de Desarrollo Sostenible

La opción de recolección más conveniente social y ambientalmente, se obtiene al sumar los beneficios de cada una de ellas y restarles sus externalidades negativas, de esta forma, se obtiene la alternativa mejor calificada para el beneficio de la comunidad. Sin embargo, este análisis está incompleto si no es considerado el criterio económico, el cual mide la capacidad de un proyecto para generar recursos, los que benefician directamente a los dueños del proyecto e indirectamente al país, mediante la recaudación de impuestos y por favorecer la activación económica de la nación. Por lo cual, este análisis final entrelaza la evaluación de las alternativas bajo un criterio económico y social-ambiental. Esto se logra al sumar los beneficios netos del análisis social (VAC) con el beneficio económico, propiamente tal (VAN). De esta manera se eligió la alternativa más rentable bajo todos los criterios.

Se realizó un diagrama general de la evaluación final mostrado en la Fig. 13, en la cual se presenta la alternativa con mayores beneficios, siendo ésta, la opción de recolección con triciclos no selectiva internalizada, la cual posee, mayor VAN socioeconómico ambiental. (Correspondiente a U\$ 34.999.911, cifra que representa la suma del VAN, netamente económico, más el VAC de los beneficios por retirar los residuos reciclables de la corriente residual general y menos los VAC por emisiones atmosféricas emitidas).

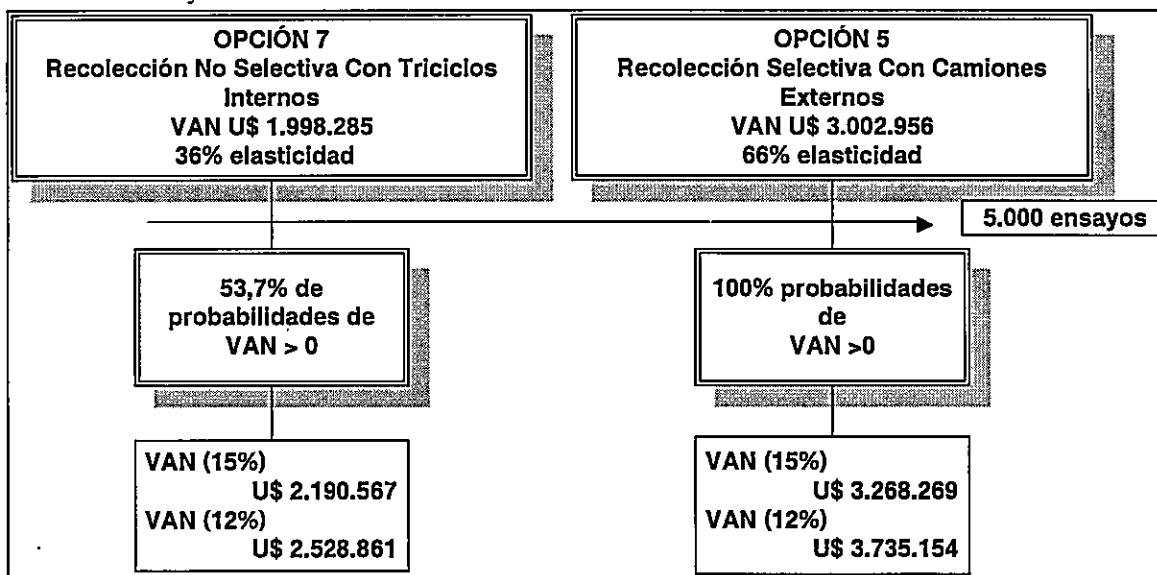
Tabla N° 13: Valoración de los beneficios sociales por las fuentes de trabajo generadas por las distintas alternativas de recolección.

	Recolección selectiva con camiones externos	Recolección NO selectiva con triciclos internos
Remuneración anual total U\$	135.429	2.751.103
Capacitación U\$/año	0	902
N° de trabajadores	21	344
IBS anual	28.440	9.466.897

Las cifras de dinero entregadas, corresponden al beneficio social y ambiental para la sociedad, al reciclar todos sus residuos reciclables, esto sin considerar los ahorros de energía de las empresas que reciclan al procesar los materiales recolectados con respecto a procesar los materiales vírgenes, el ahorro en la compra de éstos materiales con respecto al valor de las materias primas nuevas, menores demandas de material virgen que se asocia indirectamente con menores presiones en la explotación de recursos naturales renovables y no renovables.

Finalmente, recolectar y reciclar todos los residuos reciclables, mediante triciclos es la mejor alternativa para la sociedad.

Figura N° 12: Análisis de sensibilidad unidimensional y Simulación de Montecarlo, para alternativas de recolección N° 7 y 5.



4.19 Análisis incremental

Cuando se comparan económicamente dos proyectos entre sí, ambos con VAN positivo, y buenos resultados en su análisis de sensibilidad respectivo, no siendo excluyentes entre sí, pero no se cuenta con recursos como para implementarlos todos, se realiza un análisis adicional, llamado Análisis Incremental. Este tipo de análisis se basa en comparar las alternativas sobre la base de sus diferencias en la estructura de costos e ingresos.

Se utilizó el análisis incremental para comparar la alternativa de recolección elegida, con la situación actual sin proyecto de reciclaje.

Análisis incremental entre proyecto de recolección de residuos reciclables con sistema de triciclos internos versus situación actual sin proyecto de reciclaje

En el análisis incremental entre el proyecto de recolección y un escenario base o sin proyecto, se sumaron los VAC de los RSD (porque son beneficios), más los VAC por emisiones evitadas (ya que actualmente esos residuos viajan en los camiones junto con el resto de los residuos) y se le restan los VAC por las emisiones de las 4 camionetas GLP, cifra menor en comparación a los beneficios.

Lo que otorga un VAN incremental neto de U\$ 34.996.901, (Fig. 14) sin considerar beneficios por menor congestión vehicular, menor daño al pavimento, menores ruidos y beneficios ecosistémicos.

Este cifra incremental representa el gasto de dinero que debe asumir la sociedad, por los residuos reciclables que se están destinando a un relleno sanitario y que podrían ser recolectados y posteriormente reciclados por alguna empresa.

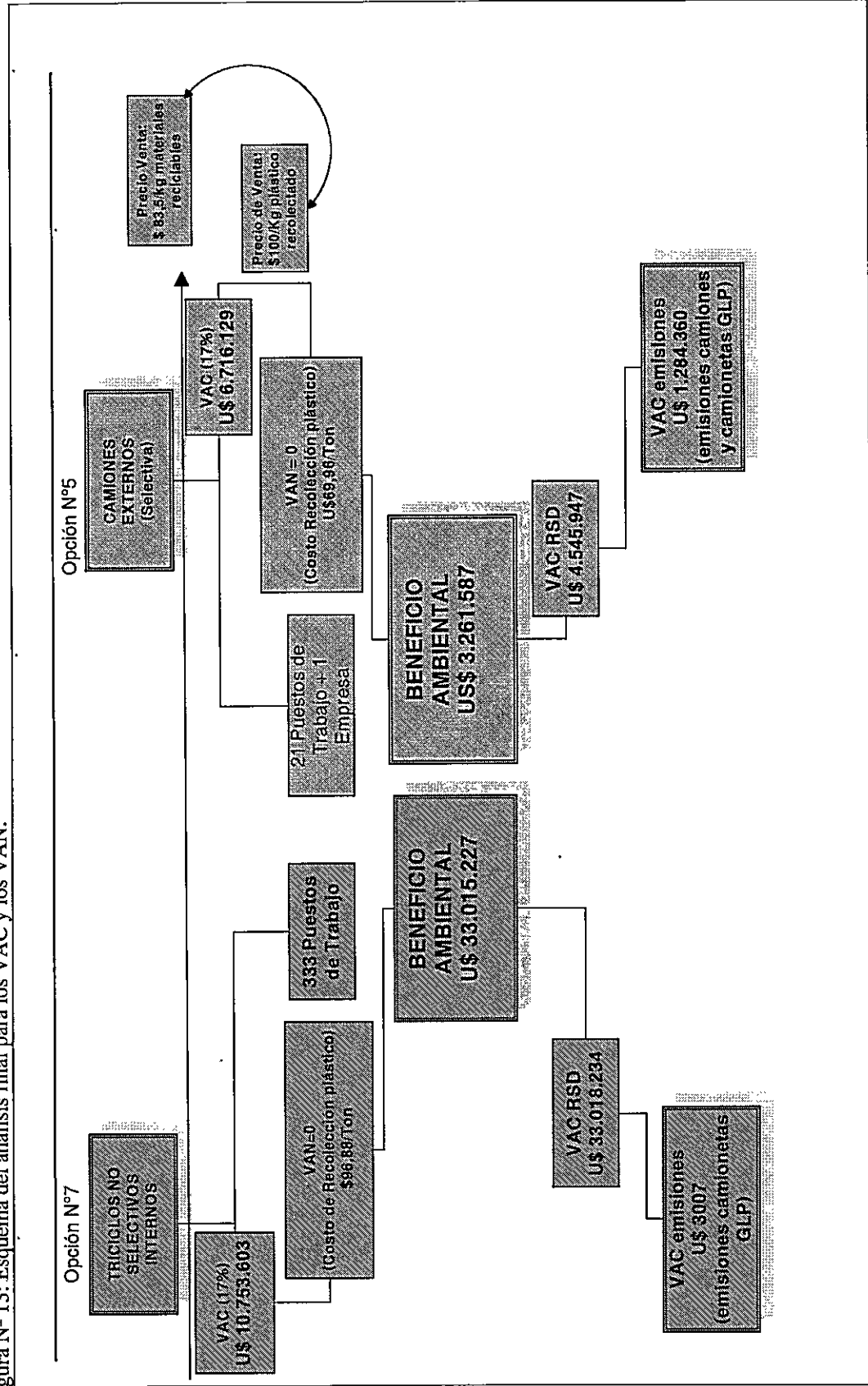
4.20 Implementación de la Alternativa seleccionada

La estrategia de recolección más conveniente, vista bajo el concepto de Desarrollo Sostenible, es la Recolección No Selectiva de residuos sólidos reciclables con sistema de Triciclos Internos.

Esta recolección se basa en la capacidad organizacional que se obtendría al hacer partícipes de una iniciativa como esta a los recolectores independientes.

Para comprometer a los recolectores a trabajar en conjunto en forma responsable, es necesario

Figura N° 13: Esquema del análisis final para los VAC y los VAN.



entregarles beneficios que ellos consideren importantes. Éstos son:

- El hacer entrega de los triciclos de carga nuevos a cada uno de ellos, renovándolos cada cinco años a lo menos.
- Todos los años se le entregará ropa de trabajo (guantes, camisetas, overoles y zapatos de seguridad).
- **Entregarles el dinero ingresado por venta de los reciclables sin costos de comisión, evitando que la empresa lucre por este ítem, se debe recordar que el objetivo del proyecto es reciclar el plástico y utilizarlo, esto es fundamental para evitar la intromisión de compradores intermediarios (ofreciendo mejores precios).**
- Dar la posibilidad que consigan realizar las imposiciones legales y acceder a previsión en salud.

La capacitación constante es una actividad que no sólo los entrenará para realizar una recolección selectiva de los materiales que realmente se pueden reciclar y la mejor manera de hacerlo, sino que también recibirán educación ambiental, entre otras, lo que les permitirá valorar su trabajo considerándolo como la base del proyecto.

Los pasos necesarios que se deben seguir para la operación de este tipo de recolección son detallados en el Anexo 4.

4.21 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) de la implementación de este tipo de proyecto

Para identificar las ventajas y desventajas de este tipo de proyecto de recolección y reciclaje, se procedió a realizar un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). El análisis se presenta en la tabla 14.

Estrategia adaptativa a corto plazo

No existe garantía de éxito en la recolección, debido a que esta íntimamente asociado a la participación ciudadana. De tal manera que la campaña promocional y la publicidad permanente juegan un rol fundamental en la sensibilización e información de la comunidad. Sin embargo si la actitud de la gente no es lo suficientemente cooperativa con el proyecto, es muy probable que las cantidades de material recolectadas no satisfagan la demanda del proyecto. Pero se debe recordar que el diseño de la recolección esta basado para satisfacer la demanda de la planta funcionando a plena capacidad, por lo que si las cantidades de material recolectado llegan sólo a un 50% del estimado, el proyecto puede soportarlo y seguir operando, mientras la gente se adapta a la costumbre de seleccionar sus residuos reciclables, pero si esto se mantiene a lo largo del tiempo, será necesario cambiar la estrategia de recolección.

Las cuadrillas de recolectores serán asignadas a distintos sectores coordinando la recolección con la ruta y hora de recolección de los RSD por los camiones recolectores municipales, de tal manera de poder realizar las mismas rutas que los camiones pero con una diferencia de 15 minutos previos al paso del camión.

Los recolectores tendrán que revisar los residuos en forma general en busca de los materiales reciclables, cuidando de no romper las bolsas o de retirar éstas dejando el resto de los residuos esparcidos.

La idea es no hurgar dentro de las bolsas de basura sino más bien, tantearlas y abrir cuidadosamente las que pudieran tener plásticos, papeles o cartones.

Los recolectores tendrán que hacer una recolección muy superficial, pero su zona de recolección deberá ser más amplia Cada cuadrilla deberá ser apoyada por una camioneta, la cual recepcionará los residuos y los pesará, registrando al recolector y las cantidades recolectadas. Posteriormente, se dirigirá a la planta donde descargará y volverá al sector.

Este tipo de recolección propuesta no es nueva, es lo que actualmente se está realizando en la comuna de Maipú, pero dirigido principalmente a la recolección de papel y cartón.

Tabla Nº 14: Análisis FODA para la implementación del proyecto de reciclaje.

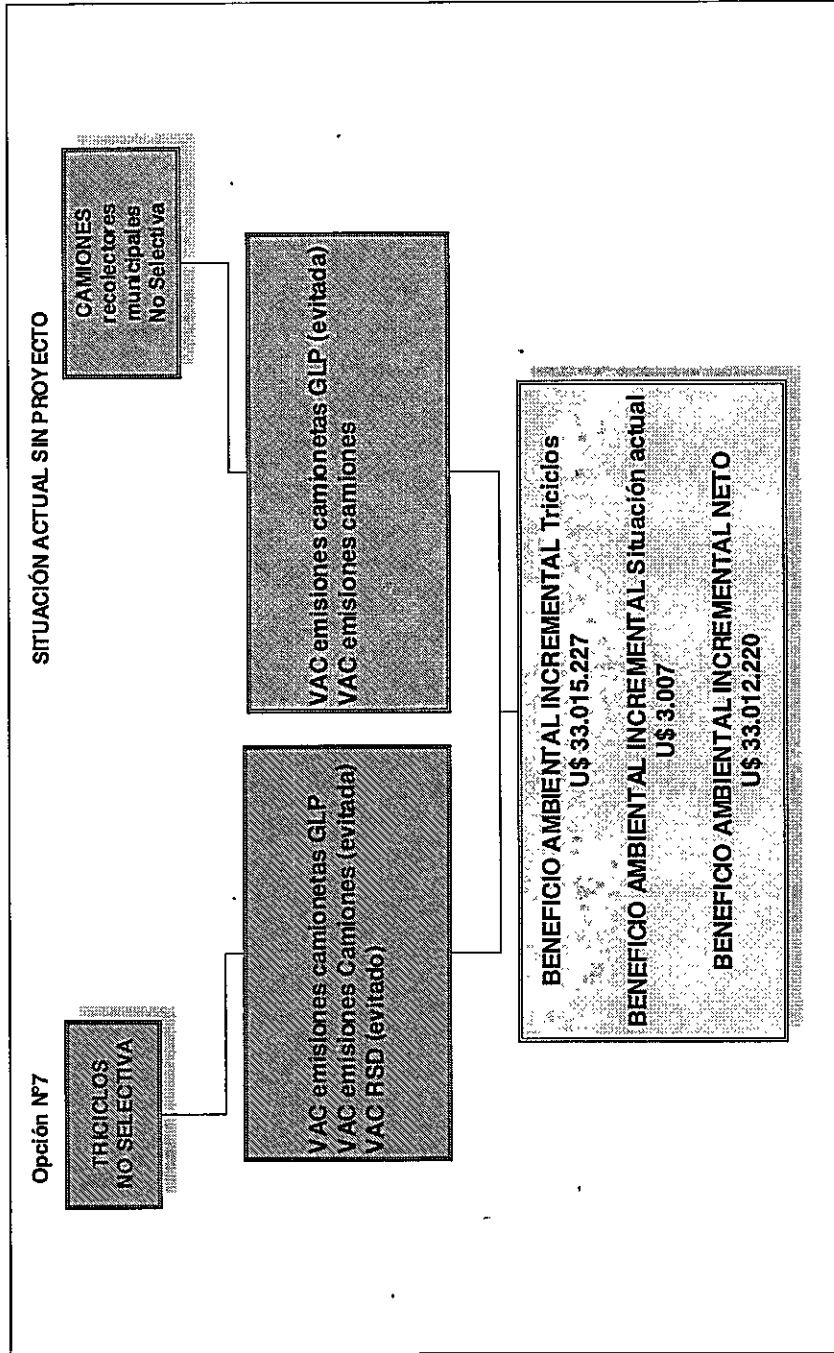
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Económicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ VAN positivo cercano a los US\$ 2.000.000 ➤ Posibilidad de obtener un VAN positivo de un 73% ➤ Ahorros para el Municipio por retiro de residuos cercano a los US\$ 600.000/año ➤ Ahorro para el Municipio por disposición de Residuos cercano a los US\$ 400.000/año ➤ Bajos costos de inversión ➤ Bajos costos de operación ➤ Bajo riesgo de pérdidas si ocurre fracaso de la participación ciudadana ➤ Favorece la reactivación económica <p>Sociales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Generación de más puestos de trabajo para la población ➤ Generación de oportunidades para gente marginada socialmente (disminución del desempleo) ➤ Capacitación a los recolectores <p>Ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cero emisiones contaminantes ➤ Se evitan las emisiones de aprox. 6.300 viajes/año de camiones para llevar las 39.604 ton/año de reciclables. (ahorro ambiental en costo de emisiones de más de US\$ 9.000.000) ➤ Reducción de los RSD que van a relleno ➤ Liberación de 286.986 m³/año de espacio en los rellenos sanitarios valorados en US\$ 314.639/año aprox. ➤ Niveles de ruido mínimos ➤ Cero congestión vehicular 	<p>Económicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Menor VAN que otras estrategias de recolección ➤ Riesgo de un 27% de obtener VAN negativo ➤ Menores ingresos percibidos por la empresa que en otras alternativas de recolección ➤ Alta dependencia de la participación ciudadana ➤ Probabilidad de intrusión de compradores intermediarios, que afecten la eficiencia de la captación de los materiales.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovechamiento de sensibilidad de la sociedad frente al tema del reciclaje ➤ Aprovechamiento de imagen política de la iniciativa para las autoridades municipales (lo que indirectamente favorece la implementación del proyecto) ➤ Gran generación de residuos reciclables en especial de las cantidades crecientes de plástico residual 	<ul style="list-style-type: none"> Fracaso de la participación ciudadana Posibilidad de dispersión de RSD en los puntos de recolección. Posibilidad de generar malos olores por acopio de materiales en la planta Presiones políticas ejercidas por los consorcios de retiro y disposición de basura. Deserción de recolectores

Si la gente responde positivamente a la iniciativa, se podría destinar un día especial por semana (diferente al día en el cual son retirados los residuos por el camión recolector) para que sus residuos reciclables sean recolectados por los triciclos.

4.22 Aspectos legales

Los aspectos legales que influyen en la estrategia de recolección y reciclaje de los residuos sólidos reciclables son revisados en el Anexo 4.

Figura N° 14: Análisis incremental social-ambiental entre la recolección no selectiva con triciclos y la situación actual.



5. DISCUSION

5.1 Aproximación Metodológica

- Este estudio fue diseñado para un proyecto específico de una empresa, esto significa que las cifras monetarias son relevantes para la toma de decisiones, por lo que este trabajo evalúa monetariamente las diferentes opciones de recolección, siempre bajo un contexto económico sostenible, es decir, incorporando aspectos económicos, sociales y ambientales.

Es fundamental la visión ambiental, para incorporar los aspectos habitualmente ignorados cuando se tratan temas de rentabilidad y puestos de trabajo en proyectos sometidos a evaluación. Al no incorporar dichos aspectos, se incurre en costos que eventualmente debe asumir la sociedad, ya sea por daños en salud, o daños en el medio ambiente, lo cual evidentemente disminuye la calidad de vida de las personas directa o indirectamente.

5.2 Sistema de recolección seleccionado

El sistema de recolección de materiales reciclables con triciclos internos, permite establecer variaciones a la estrategia de recolección, de acuerdo al comportamiento de la comunidad frente a la implementación de un proyecto de reciclaje de este tipo, es decir, que es posible generar una recolección reactiva, según las condiciones dadas en un tiempo determinado. En el peor de los escenarios, no habría una selección previa de los materiales reciclables del resto de los residuos por parte de la comunidad, entonces, la recolección con triciclos permite que los recolectores realicen una "barrido" dentro de los residuos para extraer los materiales reciclables.

Por otro lado, se presentan los siguientes beneficios:

Sociales

- Este tipo de recolección utiliza un número no menor de recolectores, por lo que se generarían más puestos de trabajos que en cualquier otra alternativa de recolección. Esto en última instancia implica un beneficio económico percibido por la comunidad.
- Beneficio social por capacitación brindada a los recolectores.

Municipales

Para un proyecto de este tipo, es fundamental hacer partícipe al municipio, incluso es factible incorporarlo como un socio estratégico, lo que genera beneficios tanto como para los inversionistas del proyecto de reciclaje como para el municipio mismo.

- El ahorro producido por el retiro de los residuos reciclables de la corriente residual común podría generar ahorros importantes en los costos de recolección y disposición en relleno sanitario, asumidos por el municipio (tabla N° 15), aunque esto depende también del tipo de contrato que exista entre la municipalidad y el relleno sanitario.
- La participación del municipio en este tipo de iniciativa, genera una imagen pública de preocupación por los temas ambientales y por cooperar en generar y apoyar la generación de puestos de trabajo, ya que, es posible que el municipio organice a los recolectores en un comienzo para ubicarlos en los puestos de trabajo generados.

Ambientales

Este tipo de recolección no genera emisiones gaseosas contaminantes, e incluso al retirar materiales de la corriente residual común, se esta disminuyendo la cantidad de emisiones generadas al recolectarlos con destino a relleno sanitario, mediante los camiones municipales de aseo y ornato (o camiones que prestan dicho

servicio). Por lo cual el ahorro de emisiones genera:

- Ahorro en costos de salud, daños en materiales, agricultura y visibilidad, percibidos indirectamente por la sociedad, traducidos implícitamente en dinero ahorrado.

A los anteriores beneficios se les suman los siguientes beneficios no cuantificados:

- Liberación de espacio en Rellenos sanitarios y alargamiento de la vida útil de éstos.
- Beneficio ambiental por menor quema de combustibles fósiles, menor contribución al efecto invernadero, debido al reciclar materiales en lugar de extraerlo de la naturaleza²¹.
- Menor congestión vehicular.
- Menor daño al pavimento.
- Menor ruido.
- Planta recicladora de alta tecnología ambiental, por lo cual no genera emisiones contaminantes. Existe un lavado de los materiales plásticos que ingresan, pero son tratados en una planta de tratamiento y el agua es reciclada. Los residuos sólidos rechazados del proceso, serán compactados y trasladados a un relleno sanitario. Por lo cual, no existen costos ambientales por la operación de la planta de reciclaje.
- Las camionetas contempladas en la recolección son seis, todas prestarían servicios de apoyo y contingencia a los recolectores en triciclos. Estas camionetas contemplan la conversión a gas licuado de petróleo (GLP) que permite una menor generación de

emisiones contaminantes, que una camioneta diesel o a gasolina.

Del análisis incremental, presentado en la figura 14, se aprecia que de no implementarse este tipo de recolección, se estaría perdiendo cerca de 35 millones de dólares, por concepto de ahorro en costos de retiro y disposición de residuos y ahorro en costos de emisiones, en un plazo de 10 años correspondientes a la evaluación del proyecto.

Privados

Al asociar los costos de recolección a la evaluación económica de la planta de reciclaje, se genera una rentabilidad interesante, generada por la diferencia de costos que implica utilizar materia prima reciclada en reemplazo de la virgen. Esto deja de manifiesto que las iniciativas de reciclaje pueden ser viables en el tiempo y se debe invertir en ellas.

- Un proyecto de reciclaje como este, que posea tales ganancias, puede generar beneficios que sean percibidos directamente por la comunidad, tales como construcción en conjunto con el municipio de lugares de recreación, apoyo a centros de salud, becas, etc. Parte de las ganancias del proyecto destinadas directamente a la comunidad, no representarían un gasto, sino más bien, una inversión debido a que de esta manera la comunidad se haría partícipe de los beneficios del proyecto y podría cooperar mayormente en la selección previa de los residuos reciclables a ser recolectados por los triciclos.

6. CONCLUSION

- Pese a que en este estudio se comparan diversos tipos de recolección de residuos, la recolección selectiva es muy distinta a la no selectiva, principalmente en cuanto a cantidad se refiere, puesto que la evaluación de las

²¹ Los procesos de reciclaje utilizan menos energía que los procesos con materias primas vírgenes.

alternativas se basa en los requerimientos de la planta recicladora de plásticos y para cumplir con tales requerimientos la recolección no selectiva debe ser mucho mayor, dado que la cantidad de plásticos dentro de los residuos reciclables en general es de alrededor del 30%. Por lo cual no son comparables, dado sus diferentes escalas. Sin embargo, si la recolección no selectiva de materiales reciclables se realizara mediante el uso de camiones, los costos de operación no harían viable esta alternativa, tal como se muestra en la figura N° 7.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que:

- Bajo criterios de evaluación económica, la recolección selectiva de plásticos mediante el uso de camiones y la recolección no selectiva de plásticos mediante el uso de triciclos son ambas rentables, la primera más que la segunda, sin embargo la rentabilidad de la primera depende fuertemente de la suposición del éxito de la campaña promocional y la publicidad para que la comunidad seleccione previamente sus residuos plásticos. Mientras que, la recolección

con triciclos, permite una selección in situ más acabada, obteniendo mayor eficiencia y menor costo de rechazo, pudiendo enfrentarse a una situación en la cual no exista selección previa de materiales.

- Bajo un punto de vista social, la recolección con triciclos retira de la corriente residual común 39.604 toneladas anuales de materiales reciclables, mientras que la recolección selectiva con camiones sólo retira 12.000 toneladas anuales de plásticos. Lo anterior deja de manifiesto que la recolección con triciclos es mucho más atractiva debido a que el municipio podría ahorrarse por concepto de recolección, transporte y disposición en relleno sanitario, aproximadamente US\$ 990.100, versus US\$ 300.000 que otorga la recolección con camiones, tal como se detalla en la tabla N° 15. (Dichas cifras pueden variar de acuerdo a los contratos específicos que se adquieran entre el municipio y el relleno sanitario). Otro punto importante, es la generación de empleos, mientras que la recolección con camiones sólo emplea sólo una veintena de personas, la recolección con triciclos por su parte, genera sobre 300 puestos de trabajo.

Tabla N° 15: Beneficios sociales-municipales de la recolección con triciclos y camiones.

BENEFICIOS PARA EL MUNICIPIO		
	RECOLECCIÓN CON TRICICLOS RESIDUOS RECICLABLES EN GENERAL	RECOLECCION CAMIONES EXTERNOS SELECTIVOS PARA PLÁSTICOS
RESIDUOS RECOLECTADOS TON/AÑO	\$ 39.604	\$ 12.000
COSTO DE RECOLECCION MUNICIPAL (US\$)	\$ 594.060	\$ 180.000
DISPOSICIÓN (US\$)	\$ 396.040	\$ 120.000
TOTAL AHORRO COSTO MUNICIPAL ANUAL (US\$)	\$ 990.100	\$ 300.000
BENEFICIOS AMBIENTALES PARA LA SOCIEDAD		
	RECOLECCION CON TRICICLOS (Residuos Reciclables en General)	RECOLECCION CON CAMIONES (Residuos plásticos)
EMISIONES EVITADAS (TON/ANO)	173,85	0
VALOR EMISIONES (US\$/AÑO)	\$ 1.608.509,00	0
PUESTOS DE TRABAJO	318	9

- Bajo un criterio ambiental, los beneficios que obtiene la sociedad por el retiro de materiales reciclables de la corriente residual común (con destino a relleno sanitario) son muy altos, de hecho son superiores a los costos que se asumen por las emisiones generadas al recolectar estos materiales mediante camiones. Más aún, si la recolección se realiza con triciclos, no se generan emisiones, aumentando los beneficios sociales y ambientales de manera sorprendente, tal como se muestra en la tabla N° 15.

- Dado que los beneficios económicos de un proyecto de reciclaje como éste, resultan muy interesantes (debido a ahorros por materias primas), es posible otorgar beneficios directos a la sociedad, tales como aportes en dinero para construcción de lugares de recreación, deporte o de desarrollo y asistencia social (policlínicos, sedes sociales, etc.). De esta forma se pretende conseguir un acercamiento a la comunidad, favoreciendo de esta manera la participación ciudadana en el tema de la recolección de residuos.

- Es posible incorporar al municipio como un socio, estableciendo una alianza estratégica, la cual otorgaría ciertas ganancias al municipio, mediante la entrega de cierto porcentaje de las utilidades u otro beneficio. De esta forma la empresa que desarrolle el proyecto de reciclaje obtendría apoyo político, logístico y difusión de las actividades relacionadas con la recolección y reciclaje.

- Este trabajo entrega cifras monetarias, que representan, sólo en parte los beneficios ambientales otorgados a la sociedad, debido a que la estimación de beneficios ambientales está siempre subestimada, pese a que las cifras económicas son considerablemente altas, esto es debido a que por razones metodológicas, tiempo y dinero, no es posible cuantificar todas las variables ambientales involucradas.

- De acuerdo al concepto de Desarrollo Sustentable, el considerar elementos como; la educación, capacitación, cuidado del medio ambiente e igualdad social, en la evaluación de cualquier proyecto, no sólo consigue aumentar el crecimiento económico del país sino que

también ayuda a alcanzar el "desarrollo sustentable", determinante en la calidad de vida de las personas.

- Se debe destacar que toda mejora ambiental, depende fuertemente de la educación ambiental de las personas, es por eso que el gobierno debe mantener y reforzar aún más todas las actividades y campañas tendientes a fomentar la educación ambiental de las personas.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a Ricardo Bustamante, Igor Solis y Alejandro Toro, por otorgarme la oportunidad de realizar este estudio, por su disposición a escuchar y discutir los análisis.

A TKF por el financiamiento y en especial por el tiempo otorgado para la realización de este trabajo.

Un especial reconocimiento a mi profesora guía Judith Gálvez, que con su paciencia supo encausar mis ideas.

Al Doctor Italo Serey, por su siempre preocupación por los alumnos de la carrera, en especial por sus esfuerzos para la apertura de nuestra carrera en el ámbito empresarial y la gran ayuda otorgada en las correcciones de este trabajo.

Al profesor Carlos Pinto por su gran disposición a corregir mis análisis económicos y alentarme con sus palabras de reconocimiento hacia el trabajo realizado.

A Rodrigo Fuentes por su participación en la evaluación de este trabajo y su crítica constructiva en torno a los resultados.

Al profesor Oscar Carvajal, por su disposición a ayudar y su gran simpatía.

A Manuel Contreras por sus consejos y opiniones, los cuales han sido de gran utilidad en los trabajos que he realizado.

Un especial agradecimiento a Paola, por su gran paciencia y deliciosa compañía durante las largas horas de trabajo que tomaron las correcciones de esta memoria.

Un agradecimiento a Andrea Allamand, por su disposición a recibirme en la I. Municipalidad

de Ñuñoa y sus valiosos datos aportados para el tema.

A Germán Appel, del Fondo de las Américas, por su disposición y entrega de información; A Gonzalo Velásquez y Marcela Olmo, funcionarios de CONAMA, por su tiempo y ayuda.

A mis padres y hermana por su incondicional apoyo; a mi tía Oriele por su cariño y desinteresada ayuda durante todos los años de mi formación académica; a mi tío Keske y mis primos por su simpatía y acogida.

Agradezco también a mis compañeros y amigos que siempre creyeron en mí y a todos aquellos que no he nombrado pero que de una u otra manera facilitaron la realización de esta Memoria o me otorgaron algún tipo de apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

BORREGAARD, NICOLA; LEAL, JOSÉ. (2000). Instrumentos Económicos: El Camino Recorrido en la Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe. Ambiente y Desarrollo, vol 16 n 1-2, p 14-21.

CIT-COTEC. (1998). Informe Técnico Sobre la Performance Ambiental de las Bolsas Plásticas.

CONAMA. (1994). Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

CONAMA. (1996). Estudios de Legislación Ambiental, Suelos 1ª Parte, Procedimientos Administrativos y Ambientales, Documento n° 9 Serie Jurídica.

CONAMA. (2000). Antecedentes para la Política Nacional sobre gestión integral de los residuos. Chile, p. 9.

CONAMA - RM. (2001). Boletín Informativo. "La basura que nadie quiere". 7p.

CONAMA - RM. (2002). Residuos sólidos domiciliarios Región Metropolitana. Ordenamiento territorial y recursos naturales. CONAMA RM.

CORPORACIÓN DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA. (INTEC). (2001). Proyecto Minimización de Residuos Provenientes de Envases y Embalajes. CONAMA.

CUADERNOS TEMATICOS FONDO DE LAS AMERICAS. (2002). Gestión participativa de residuos sólidos. Fondo de las Américas.

DURÁN DE LA FUENTE, HERNÁN; ACUÑA, GUILLERMO. (1998). Experiencia de la República Federal de Alemania en Materia de Gestión de Residuos Sólidos; Notas de Viaje. UN. CEPAL. División Medio Ambiente y Desarrollo.

FERNÁNDEZ-VITORA, VICENTE CONESA. Auditorías Medioambientales. Guía Metodológica (1997). 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa.

FIELD, BARRY C. (1995). Economía Ambiental. Una Introducción. Edicitorial Mc Graw Hill.

GROSS, PATRICIO; HAJEK, ERNST. (1998). Indicadores de Calidad y Gestión Ambientales. Santiago-Chile.

INSTITUTONACIONAL DE ESTADÍSTICAS (1999). Estadísticas del Medio Ambiente 1994-1998. CONAMA.

MATTHEWS, H. SCOTT and LAVE, LESTER. (2000). Applications of environmental valuation for determining externality cost. Environmental science & technology. Vol 34, N° 8 PP 1381-1608.

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN (MIDEPLAN) (1993). Medio Ambiente en la Región Metropolitana. CONAMA.

NUÑEZ, FABIOLA. (1998). Uso de un sistema de depósito de reembolso para gestión de residuos sólidos. Memoria de título. Universidad de Chile.

ORCCOSUPA, JAVIER. (2002). Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos. Provincia de Santiago de Chile. Tesis de Magister, Universidad de Chile.

SAPAG C., NASSIR. (2003). Evaluación de proyectos de inversión en la empresa. Editorial Pearson Education 2001.

SAPAG C., NASSIR y SAPAG C., REINALDO. (1995). Preparación y evaluación de proyectos. Editorial McGraw-Hill.

SECRETARIA DE EJECUCIÓN EN PRODUCCIÓN LIMPIA (1998). Manual de Auditoría en Producción Limpia.

SUNKEL, OSVALDO. (1996). Programa de Desarrollo Sustentable. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Universidad de Chile.

SZANTÓ N., MARCEL. (1998). Guía Para la Preparación, Evaluación y Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios. UN. CEPAL ILPES.

TRAUB, WALTER. (2001). Aproximación conceptual y práctica para la elaboración de una propuesta de instrumentos económicos para la gestión ambiental de envases y embalajes. Tesis. Universidad de Chile.

UNIVERSIDAD DE CHILE. Centro de Análisis de Políticas Públicas. (2000). Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile-1999.

UNIVERSIDAD DE CHILE, FAC. CIENCIA FÍSICAS Y MATEMÁTICAS. (2002). Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa, Actualización del modelo de cálculo de emisiones vehiculares, Informe final para MIDEPLAN.

VELÁSQUEZ, GONZALO. (2001). Uso de instrumentos económicos para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en Santiago de Chile. Tesis de Magister. Universidad de Chile.

World Wide Web

http://bip.mideplan.cl/bip-consultas/SEBI/2003/html/X_PRE_SO.htm
Precios sociales para la evaluación social. (2003).

<http://orac.sund.ac.uk/~es0lhu/ecolabel.htm>
Ecolabel. (2002).

<http://statistics.iangv.org/>
IANGV - Statistics. (2003).

http://strategis.ic.gc.ca/Ces_Web/_display_air_agriculture_prob_info_cfm?problemId=5683&target=spanish
Problemas del Ambiente - La contaminación del aire causada por los camiones y autobuses de combustión diesel. (2003).

<http://usuarios.lycos.es/JuanP/impac.htm>
Índices e indicadores para seguimiento ambiental. (2003).

<http://www.abastible.cl/autogas/index.html>
Abastible.cl, Pusimos al Gas Licuado en su Sitio. (2003).
http://www.ara.at/ara_engl
Altstoff Recycling Austria AG (ARA). (2002)

<http://www.atalink.co.uk/pira/html/p138.htm>
Duales System Deutschland AG. (2002).

<http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind59/rp/rp.html>
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (2002). Reutilización de residuos plásticos: Análisis e identificación de residuos urbanos.

<http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind59/rqp/rqpfip01.html>
CEPIS-OPS-Figura 1. Los materiales plásticos. (2003).

<http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/resisoli/recolec/ca04.html>
CEPIS-OPS - recolección selectiva de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Cascavel, Paraná, Brasil. (2003).

<http://www.clubflyer.net/sinmil/sinmicom1.htm> Sin Mi Carro en Bogotá - 2001. (2003).

http://www.conam.gob.pe/Concurso_Curtiembres_AQP/Gdiaeia.htm
Guía técnica. (2003).

<http://www.conama.cl/coain/article-15791.html>
COAIN - DS 55-1994 Normas de Emisión aplicables a vehículos motorizados pesados. (2003).

<http://www.conama.cl/coain/article-28107.html>
COAIN - Sistema de Bonos de Descontaminación de Fuentes Voluntarias. (2003).

<http://www.conama.cl/coain/article-28410.html>
COAIN - Datos de Centros de Acopio. (2003).

<http://www.conama.cl/portal/1255/article-27164.html>
Chile, CONAMA, Comisión Nacional del Medio Ambiente - D.S. N° 4 de 1994 Normas de emisión de contaminantes. (2003).

<http://www.conama.cl/portal/1255/propertyvalue-10488.html>
Residuos. (2002).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-2571.html>
CONAMA-RM - Estudio Plan piloto Buses GNC. (2003).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-28333.html>
CONAMA-RM - Entrega textos OT y RSD. (2003).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-932.html>
CONAMA-RM - Plan Descontaminación. (2003).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-10273.html>
Artículo "Desde papel hasta envases tetrapack; Condiciones para el reciclaje". (2002).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-11652.html>
Artículo: "Acuerdo marco de producción limpia; Gestión de envases y embalajes de post-consumo". (2002).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-1342.html>
Artículo: "Campañas de recuperación de materiales reciclables; Dónde reciclar en la Región Metropolitana". (2002).

<http://www.conama.cl/rm/568/article-907.html>
Artículo: "Residuos sólidos domiciliarios; La basura que nadie quiere". (2002).

http://www.cnba.uba.ar/acad/quimica/act_5/10%20polimeros.pdf
Estructura de los polímeros. (2003).

<http://www.decisioneering.com/articles/arranz.html>
Introducción a la estimación de costos referidos a daños ocasionados por peligros naturales y costos de obras de mitigación. (2003).

http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/pollprev/Iso14001/iso_man_stan.htm
ISO 14000: International Environmental Management Standards. (2002).

<http://www.eiolca.net/>
Eiolca.net - Free Life Cycle Assessment on the Internet. (2003).

<http://www.ekokom.cz>
Eko-kom, compañía a cargo de la recuperación de residuos de embalajes en Europa. (2002).

<http://www.fostplus.be/code/en/index.htm>
Fostplus. Sorting, collecting and recycling household refuse. (2002).

<http://www.gefweb.org/>
Global Environment Facility. (2003).

<http://www.gen.gr.jp/eco.html>
Global ecolabelling network. (2002).

<http://www.gnv.cl/ms.htm> GNV Gas Natural Vehicular. (2003).

http://www.google.cl/search?q=cache:VbA06k5yZrkJ:www.uv.es/~fferri/Nueva_carpetas/Econometria/Practica_11.PDF+outliers&hl=es&lr=lang_es&ie=UTF-8
valores anómalos "outliers" y efecto calendario. (2003).

http://www.greenpeace.cl/html/toxicos/produccion_limpia.htm
Producción limpia. (2002).

<http://www.greenpeace.es/prensa/informes/095.pdf>
Residuo cero, el camino a seguir. Greenpeace España. (2002).

<http://www.gruener-punkt.de/en/home.php3>
Duales System Deutschland AG. (2002).

http://www.ilafa.org/socios/circular_CADIMA_7-2002.htm
ILAFA. (2003).

http://www.indret.com/rsc_articulos/cas/observaciones_LB.pdf
Observaciones al Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental. (2003).

http://www.intec.cl/documentos_linea/Gu%C3%ADa%20t%C3%A9cnica.doc
Intec. Guía técnica. (2003).

<http://www.interbook.net/personal/jigonsa/rr2mar00.htm>
Tecnología aplicada al reciclaje de plástico. Globo terráqueo "Reciclaje y residuos". Marzo- Abril de 2000. (2002).

<http://www.kdm.cl/>
Empresas urbaser - kiasa. (2003).

<http://www.materialretur.no>
Retorno de materiales. (2002).

<http://www.me.gov.ar/curriform/servicios/publica/unidad/aprender/laminas/egb3/lamn3-8.pdf>
Estructuras moleculares de los plásticos. (2003).

http://www.metrogas.cl/industrial/servicio/gnv/gnv_usos_flotas.asp
Metrogas Industrial. (2003).

<http://www.micromegas.com.mx/apuntes/documents/estadistica/estadis10.htm>
Curtosis. (2003).

<http://www.mideplan.cl/sitio/Sitio/links/htm/links.htm>
Ministerio de Planificación y Cooperación MIDEPLAN. (2003).

<http://www.mtt.cl/varioweb/3cv/3cv1.htm>
Portada 3CV. (2003).

http://www.oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/596/Recycling_for_the_future.html
Artículo: "Recycling for the future; Sustainable development through extended producer responsibility" (2001). Page 38. (2002)

<http://www.okopannon.hu/a-index.html>
Ókopannon company. Compañía de Manejo integral de residuos en Hungría. (2002)

http://www.pakexpert.com/dual_system.htm
Packexpert: Internet-magazine voor de verpakkingsexpert; Dual system cuts cost. (2002).

<http://www.pharmaportal.com.ar/areapac02.htm>
Los plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/ABS.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PA.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PC.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PE.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PMMA.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/POM.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PP.html>
Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PS.html>

Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastics-plasticos.com/PVC.html>

Tipos de plásticos. (2003).

<http://www.plastivida.com.ar>

Plásticos, usos y aplicaciones. (2003).

<http://www.prevencionintegral.com/WinEmpresa/WE-26/13.pdf>

Joachim Wille Del Punto Verde a la economía verde: la experiencia alemana. Winterthur. Abril 2001 páginas 48-52.(2003).

<http://www.pro-e.org/indexflash.htm>

ProEurope packaging recovery organization Europe s.p.r.l. (2002).

<http://www.reformaurbana.cl/principal02.htm>

Reforma Urbana y Territorial. Gobierno de Chile. (2003).

<http://www.rptgreenpipe.com/>

The Green Pipe - Recycled Plastic Technology. (2003).

<http://www.sectra.cl/>

Estudios Sectra. (2003).

http://www.sectra.cl/medio_ambiente/medio_ambiente/estudios/estudios.htm

Estudios Sectra. (2003).

http://www.sectra.cl/medio_ambiente/medio_ambiente_form.html

Medio Ambiente. (2003).

<http://www.sustainable.doe.gov/management/financl.shtml#2>

Artículo: Mid-America Regional Council Waste Reduction, Reuse and Recycling Grants. (2003).

<http://www.sustentable.cl/portada/noticias/3655.asp>

sustentable.cl el portal del medio ambiente. (2003).

<http://www.todochileinversiones.cl/reciclaje.htm>

Reciclaje en Chile. (2003).

<http://www.valorlux.lu>

Valorux. Le recyclage nous concerne tous. (2002).

<http://www.valpak.co.uk/index.htm>

Valpack. Institución a cargo del sistema equivalente al dual en Inglaterra. (2002).

<http://www.wrontheweb.com/>

Waste Reduction Technologies, Inc.(2003).

ANEXOS

ANEXO 1

INDICE DE TABLAS

ANEXO 1

Tabla N° 1: Inversión en obras físicas con compra de terreno.....	74
Tabla N° 2: Inversión en obras físicas con arrendamiento de terreno.....	74
Tabla N° 3: Costos de promoción.....	75
Tabla N° 4: Costos de publicidad.....	75
Tabla N° 5: Balance de materiales.....	75
Tabla N° 6: Balance de maquinaria y equipos para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N° 1.....	75
Tabla N° 7: Calendario de reinversiones para una recolección para Opción N° 1.....	76
Tabla N° 8: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria para Opción N°1.....	76
Tabla N° 9: Balance de personal para Opción N° 1.....	76
Tabla N° 10-A (primeros 3 años): Costos de operación para Opción N°1.....	77
Tabla N° 10-B (últimos 7 años): Costos de operación para Opción N°1.....	77
Tabla N° 11: Costo de rechazo para un volumen de producción de 9.600 Ton/año de material reciclado asumiendo pérdida de un 20% del material ingresado.....	78
Tabla N° 12: Balance de maquinaria y equipos para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N°2.....	78
Tabla N° 13: Calendario de reinversiones para Opción N° 2.....	79
Tabla N° 14: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria, para Opción N°2.....	79
Tabla N° 15: Balance de personal para Opción N°2.....	80
Tabla N° 16-A: Costos de operación (primeros 4 años) para Opción N°2.....	80
Tabla N° 16-B (últimos 6 años): Costos de operación para Opción N°2.....	81
Tabla N° 17: Balance de maquinaria para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N°5..	81
Tabla N° 18: Calendario de reinversiones para Opción N°5.....	82
Tabla N° 19: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria, para Opción N°5.....	82
Tabla N° 20: Balance de Personal para Opción N°5.....	82
Tabla N° 21-A: Costos de operación (primeros 4 años) para Opción N°5.....	83
Tabla N° 21-B: Costos de operación (últimos 6 años) para Opción N°5.....	83
Tabla N° 22: Balance de maquinaria y equipos para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N°3.....	84
Tabla N° 23: Calendario de reinversiones para Opción N°3.....	84
Tabla N° 24: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria, para Opción N°3.....	85
Tabla N° 25: Balance de personal para Opción N°3.....	85
Tabla N° 26: Costos de operación para Opción N°3.....	86
Tabla N° 27: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°6.....	86
Tabla N° 28: Calendario de reinversiones en equipamiento para Opción N°6.....	87
Tabla N° 29: Calendario de ingresos por venta de maquinaria y equipos para Opción N°6.....	87

Tabla N° 30: Balance de personal para Opción N°6.....	87
Tabla N° 31-A: Costos de operación (primeros 4 años) para Opción N°6.	88
Tabla N° 31-B: Costos de operación (últimos 6 años) para Opción N°6.....	88
Tabla N° 32: Inversión inicial en camionetas.	89
Tabla N° 33: Costos de operación de una camioneta con consumo de combustible gasolina 97 octanos.	89
Tabla N° 34: Costos anuales equivalentes para las camionetas en los diferentes años.....	89
Tabla N° 35: Determinación del valor de desecho de una camioneta sobre la base del método de valor desecho comercial.	90
Tabla N° 36: Inversión inicial en equipos para la conversión a gas natural y gas licuado.....	90
Tabla N° 37: Costos de operación para camionetas con conversión a gas natural.....	90
Tabla N° 38: Costos de operación para camionetas con conversión a gas licuado.	91
Tabla N° 39: Valores actuales totales de costos entre alternativas GNC y GLP.....	91
Tabla N° 40: Inversión requerida por tipo de camión.....	91
Tabla N° 41: Costos de operación para cada tipo de camión.	91
Tabla N° 42: Valores de desecho para cada camión.	92
Tabla N° 43: Costos totales actualizados para los dos tipos de camiones.....	92
Tabla N° 44: Costos anuales equivalentes para camiones A y B.....	92
Tabla N° 45: Tabla de composición de residuos reciclables.....	93
Tabla N° 46: Densidad de residuos sólidos domiciliarios.....	93
Tabla N° 47: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°7.....	94
Tabla N° 48: Calendario de reinversiones e ingresos por venta de equipos para Opción N°7.....	95
Tabla N°49: Balance de personal para Opción N°7.....	95
Tabla N° 50: Costos de operación para Opción N°7.....	96
Tabla N° 51: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°8.....	96
Tabla N° 52: Calendario de reinversiones e ingresos por venta de maquinaria para Opción N°8.	97
Tabla N° 53: Balance de personal para Opción N°8.....	97
Tabla N° 54: Costos de operación para Opción N°8.....	98
Tabla N° 55: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°10.....	98
Tabla N° 56: Calendario de reinversiones para Opción N°10.....	98
Tabla N° 57: Balance de personal para Opción N°10.....	99
Tabla N° 58: Costos de operación para Opción N°10.....	99
Tabla N° 59: Costos relevantes de alternativa 2 para comparación con alternativa 3.....	99
Tabla N° 60: Costos relevantes de alternativa 3 para comparación con alternativa 2.....	100
Tabla N° 61: Costos relevantes de la alternativa 5 para comparación con alternativa 6.....	100
Tabla N° 62: Costos relevantes de la alternativa 6 para comparación con alternativa 5.....	100
Tabla N° 63: Costos relevantes de la alternativa 2 para comparación con alternativa 5.....	100
Tabla N° 64: Costos relevantes de la alternativa 5 para comparación con alternativa 2.....	101

Tabla N° 65: Costos relevantes de la alternativa 1 para comparación con alternativa 5.....	101
Tabla N° 66: Costos relevantes de la alternativa 5 para comparación con alternativa 1.....	101
Tabla N° 67: Costos relevantes de la alternativa 8 para comparación con alternativa 10.....	102
Tabla N° 68: Costos relevantes de la alternativa 10 para comparación con alternativa 8.....	102
Tabla N° 69: Costos relevantes de la alternativa 7 para comparación con alternativa 10.....	102
Tabla N° 70: Costos relevantes de la alternativa 10 para comparación con alternativa 7.....	103
Tabla N° 71: Flujo de caja para una recolección Selectiva de plásticos con sistema de recogida con camiones externos (Opción N°5).....	104
Tabla N° 72: Flujo de caja para una recolección internalizada No Selectiva de residuos reciclables con sistema de recogida de triciclos (Opción N°7).	105
Tabla N° 73: Emisiones generadas por camión diesel de más de dos ejes.....	106
Tabla N° 74: Emisiones generadas por camioneta con uso de gasolina.....	106
Tabla N° 75: Emisiones generadas por camioneta GLP.	106
Tabla N° 76: Aumento de emisiones para un camión diesel por año.....	107
Tabla N° 77: Aumento de emisiones para una camioneta a gasolina por año.....	107
Tabla N° 78: Aumento de emisiones para una camioneta GLP por año.	107
Tabla N° 79: Valores monetarios para cada contaminante.	108
Tabla N° 80: Valoración de las emisiones por año de un camión diesel de más de dos ejes.	108
Tabla N° 81: Valoración de las emisiones por año de una camioneta con consumo de gasolina.	108
Tabla N° 82: Valoración de emisiones por año de una camioneta GLP.	109
Tabla N° 83: Costos actualizados de las emisiones anuales de un camión diesel.....	109
Tabla N° 84: Costos actualizados de las emisiones anuales para una camioneta con consumo de gasolina... ..	109
Tabla N° 85: Costos actualizados de las emisiones anuales para una camioneta GLP.....	110

ANEXO 2

Tabla de Datos.....	112
---------------------	-----

ANEXO 3

FIGURA N° 1: USO MUNDIAL DEL PETRÓLEO.	118
FIGURA N° 2: ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN FUTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA.	118
FIGURA N° 3: EVOLUCIÓN DE LOS RSD DESDE 1973 AL 2002, EN LA REGIÓN METROPOLITANA.	118
FIGURA N° 4: COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE RSD SEGÚN ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS, 2002.	119
FIGURA N° 5: PRODUCCIÓN DE RSD VERANO- INVIERNO EN SANTIAGO, 2002.	119
FIGURA N° 6: PRODUCCIÓN DE PLÁSTICO RESIDUAL EN SANTIAGO Y OTROS PAÍSES, 1995.....	120

FIGURA Nº 7: AHORROS EN CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN CAMIONETAS GLP, CONSIDERANDO UN RENDIMIENTO DE 8 KM/LITRO DE GASOLINA.	120
FIGURA Nº 8: AHORROS EN CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN CAMIONETAS CGL, CONSIDERANDO UN RENDIMIENTO DE 12 KM/LITRO DE GASOLINA.	120
Tabla Nº 1: Tipos de plásticos y sus aplicaciones.	121

ANEXO 4

OPERACION DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES CON TRICICLOS INTERNOS	123
ASPECTOS LEGALES	125
LA CONSTITUCIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE	125
LA LEY 19.300 SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE	125
<i>Organismos que realizan labores de fiscalización y control ambiental en Chile de implicancia en el proyecto</i>	126
<i>Órganos sancionadores</i>	126

A continuación se presentan las tablas generadas a partir de los diversos análisis financieros aplicados, tanto para los criterios netamente económicos, como para los de visión ambiental y social.

Todas las tablas son de elaboración propia a partir de los cálculos realizados con los datos obtenidos de la literatura citada, cotizaciones y averiguaciones en terreno, ordenados y clasificados en la tabla A2-1 del "Anexo 2".

Se adjuntan las opciones de recolección de residuos plásticos heterogéneos, del estudio "Valoración económica-ambiental de las opciones de para reciclaje en la Región Metropolitana".

Opciones de recolección

"Valoración económica-ambiental de las opciones de recolección de residuos plásticos heterogéneos para reciclaje en la Región Metropolitana".

RECOLECCION SELECTIVA INTERNALIZADA:

- 1- Recolectores independientes en triciclos de carga
- 2- Camiones recolectores
- 3- Camiones y campanas (bring system)

RECOLECCION SELECTIVA EXTERNALIZADA:

- 4- Recolectores independientes en triciclos
- 5- Camiones recolectores
- 6- Camiones y contenedores (bring system)

RECOLECCION NO SELECTIVA INTERNALIZADA:

- 7- Recolectores independientes en triciclos
- 8- Camiones recolectores

RECOLECCION NO SELECTIVA EXTERNALIZADA:

- 9- Recolectores independientes en triciclos
- 10- Camiones recolectores

Tabla N° 1: Inversión en obras físicas con compra de terreno.

Item	Unidad medida	Cantidad (dimensiones)	Costo unitario U\$	Costo total U\$
Caseta control	Unidad	1	3.536	3.536
Terreno	m2	30.000	30,6	918.000
Obras civiles	m2	250	481	120.277
Inversión Total en obras físicas				1.041.813

Tabla N° 2: Inversión en obras físicas con arrendamiento de terreno.

Item	Unidad medida	Cantidad (dimensiones)	Costo unitario U\$	Costo total U\$
Caseta control	Unidad	1	3.536	3.536
Obras civiles	m2	250	481	120.277
Inversión Total en obras físicas				123.813

Tabla N° 3: Costos de promoción.

Promoción	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo Total U\$/mes
Gigantografías Unipol	2	2.572	5.145
Gigantografías Magnum	10	1.112	11.124
Paletas	7	1.082	7.575
Avisos en Paraderos	10	355	3.548
Publicidad	2	3.007	6.015
Total			33.407

Tabla N° 4: Costos de publicidad.

Publicidad	Cantidad	Costo Unitario U\$	Total U\$
Volantes	166.000	0	2.300
Personal distribución	9	64	579
Supervisor	1	129	129
Total campaña			3.007
Total Mes	2		6.015

Tabla N° 5: Balance de materiales.

Material	Unidad de Medida	Cantidad	COSTO ANUAL	
			Unitario U\$	Total U\$
Materiales aseo	Pack	12	41	494
Libros de registro y lápices	Pack	12	3	34
Total				528

Tabla N° 6: Balance de maquinaria y equipos para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N° 1.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario U\$	Valor de Desecho Total U\$
Camioneta	4	12.853	51.413	10	2.842	11.366
Triciclos	411	177	72.900	5	0	0
Impermeable	411	6	2.482	3	0	0
Guantes	411	1	463	1	0	0
Overoles	411	7	2.872	1	0	0
Poleras manga corta	411	3	1.107	1	0	0
Zapatos seguridad	411	11	4.695	1	0	0
Gorros con logo	411	1	445	1	0	0
Carritos de aseo	2	60	121	5	1	1
Balanza	2	514	1.029	7	0	0
Computador	1	1.503	1.503	2	0	0
Subtotal			139.030			
Gastos de Puesta en Marcha						
Promoción	3	33.407	100.220	0	0	0
Capacitación (hrs)	120	8	902	0	0	0
Subtotal			101.122			
Inversión inicial al momento 0 (US\$)			379.183			11.367

Tabla N° 7: Calendario de reinversiones para una recolección para Opción N° 1.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo unidad US\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	4	12.853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.413
Trididos	411	177	0	0	0	0	72.900	0	0	0	0	72.900
Impermeables	411	6	0	0	0	1.107	0	0	0	0	1.107	0
Guantes	411	1	4.695	4.695	4.695	4.695	4.695	4.695	4.695	4.695	4.695	4.695
Overoles	411	7	445	445	445	445	445	445	445	445	445	445
Poleas manga corta	411	3	24.784	24.784	24.784	24.784	24.784	24.784	24.784	24.784	24.784	24.784
Zapatos seguridad	411	11	211.411	211.411	211.411	211.411	211.411	211.411	211.411	211.411	211.411	211.411
Gorros con logo	411	1	617.795	617.795	617.795	617.795	617.795	617.795	617.795	617.795	617.795	617.795
Camitos de aseo	2	60	0	0	0	0	121	0	0	0	0	0
Balanza	2	514	0	0	0	0	0	0	1.029	0	0	0
Computador	1	1.503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calendario US\$			859.130	859.130	860.237	859.130	932.151	860.237	860.159	859.130	860.237	983.442

Tabla N° 8: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria para Opción N° 1.

Maquinaria y equipos	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.366
Calendario US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.366

Tabla N° 9: Balance de personal para Opción N° 1.

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario US\$	Total US\$
Recolector	411	1.353	556.083
Supervisor Terreno	3	5.143	15.429
Recepción/despacho	5	4.114	20.571
Clasificadores	12	3085,714	37.029
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Personal Aseo	2	2.571	5.143
Supervisor General	1	20571,43	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	437	87.924	714.140

Tabla N° 10-A (primeros 3 años): Costos de operación para Opción N°1.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario US\$	1	2	3
Insumos y Repuestos trididos						
Mantenión	unidad	411	7,52	18.534	18.534	18.534
Insumos y Repuestos camionetas						
Seguro	unidad	4	451,04	1.804	1.804	1.804
Neumáticos	unidad	48	67,52	3.241	3.241	3.241
Lubricante	litros	939	3,15	3.148	3.148	3.148
Combustible	M3	44.400	0,30	13.351	13.351	13.351
Mantenión y Repuestos						
Ajuste motor	unidad	192	6,77	1.300	1.430	1.561
	unidad	4	1.002,21	0	0	0
Impuesto específico GN	UTM	36	44,62	1.606	1.606	1.606
Publicidad	unidad	12	6.014,81	72.178	72.178	72.178
Capacitación	horas	120	7,52	902	902	902
Terreno	M2	30.000	0,05	1.353	1.357	1.421
Total US\$				117.418	117.582	117.746

Tabla N° 10-B (últimos 7 años): Costos de operación para Opción N°1.

4	5	6	7	8	9	10
18.534	18.534	18.534	18.534	18.534	18.534	18.534
1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804
3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241
3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148
13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351
1.691	1.821	1.951	2.081	2.211	2.341	2.471
4.009	0	0	0	4.009	0	0
1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606
72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178
902	902	902	902	902	902	902
1.455	1.488	1.522	1.556	1.590	1.624	1.658
121.918	118.073	118.237	118.401	122.574	118.729	118.893

Tabla N° 11: Costo de rechazo para un volumen de producción de 9.600 Ton/año de material reciclado asumiendo pérdida de un 20% del material ingresado.

Costo de Rechazo	Unidad	Cantidad	Valor US\$
Toneladas Ingresadas	Ton	12.000	541.247,58
Toneladas Aceptadas	Ton	9.600	432.998,06
Toneladas Rechazadas	Ton (20%)	2.400	108.249,52
Costo Transporte a Relleno	cada viaje 30M3 (13,53ton)	177	50,00
Costo Total Transporte	US\$		8.869,18
Costo Disposición en Relleno	US\$/Ton		12,57
Costo Total Disposición	US\$		30.168,00
Costo Total	US\$		147.286,69
Costo Rechazo Unitario	US\$/Ton rechazadas		61,37
Costo Rechazo Total	US\$/toneladas ingresadas		12,27

Tabla N° 12: Balance de maquinaria y equipos para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N°2.

Máquina y accesorios	Cantidad	Costo Unitario US\$	Costo Total US\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario US\$	Valor de Desecho Total US\$
Camión A	7	84.763	625.870	7	20.567	151.859
Camioneta	3	12.853	38.559	10	4.616	13.847
Impermeable	22	6	134	3	0	0
Guantes	22	1	25	1	0	0
Overoles	22	7	155	1	0	0
Poleras manga corta	22	3	60	1	0	0
Zapatos seguridad	22	11	253	1	0	0
Gorros con logo	22	1	24	1	0	0
Carritos de aseo	2	60	121	5	1	1
Báscula	1	27.532	27.532	10	0	0
Balanza	2	514	1.029	7	0	0
Computador	1	1.503	1.503	2	0	0
Promoción	3	33.407	100.220	0	0	0
Inversión Inicial US\$			795.486			165.707

Tabla N° 13: Calendario de reinversiones para Opción N° 2.

Máquina	Cantidad	Costo Unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camión A	7	84.763	0	0	0	0	0	0	625.870	0	0	0
Camioneta	3	12.853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.559
Impermeables	22	6	0	0	134	0	0	134	0	0	134	0
Guantes	22	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Overdes	22	7	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
Poleas manga corta	22	3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Zapatos seguridad	22	11	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253
Garcos con logo	22	1	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Carnitos de aseo	2	60	0	0	0	0	121	0	0	0	0	0
Báscula	1	27.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.532
Balanza	2	514	0	0	0	0	0	0	1.029	0	0	0
Computador	1	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503
Calendario US\$			517	2.020	650	2.020	637	2.154	627.416	2.020	650	68.112

Tabla N° 14: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria, para Opción N° 2.

Máquina	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camión A	7	0	0	0	0	0	0	122.447	0	0	151.859
Camionetas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.525
Calendario U\$		0	0	0	0	0	0	122.447	0	0	160.383

Tabla N° 15: Balance de personal para Opción N°2.
Volumen de producción de RHEMAP: 12000 ton/año

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario US\$	Total US\$
Supervisor Terreno	2	5.143	10.286
Choferes camión	7	5.760	42.531
Pionetas	22	4.286	94.934
Recepción/despacho	3	4.114	12.343
Clasificadores	12	3.086	37.029
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Mecánico Vehículos	1	5.143	5.143
Personal Aseo	2	2.571	5.143
Supervisor General	1	20.571	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	54	101.760	287.293

Tabla N° 16-A: Costos de operación (primeros 4 años) para Opción N°2.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario US\$			
			1	2	3	4
Insumos y Repuestos Camiones						
Seguro	unidad	7	11.101	11.101	11.101	11.101
Neumáticos	unidad	103	20.716	20.716	20.716	20.716
Lubricante	litros	7.376	18.853	18.853	18.853	18.853
Combustible	litros	184.410	84.008	84.008	84.008	84.008
Mantenimiento y Repuest.	horas	354,421407	2.401	2.743	2.792	2.799
Ajuste motor	unidad	7	0	0	0	2.406
Insumos y Repuestos Camionetas						
Seguro	unidad	3	1.353	1.353	1.353	1.353
Neumáticos	unidad	36	2.431	2.431	2.431	2.431
Lubricante	litros	749	2.361	2.361	2.361	2.361
Combustible	litros	33.300	10.013	10.013	10.013	10.013
Mantenimiento y Repuest.	horas	144	975	1.073	1.083	1.084
Ajuste motor	unidad	3	0	0	0	3.007
Impuesto Especifico G	UT-M	27	1.205	1.205	1.205	1.205
Báscula						
Calibración	unidad	1	301	301	301	301
Publicidad	unidad	12	72.178	72.178	72.178	72.178
Terreno	M2	30.000	1.353	1.387	1.421	1.455
Total US\$			229.249	229.723	229.816	235.270

Tabla N° 16-B (últimos 6 años): Costos de operación para Opción N° 2.

5	6	7	8	9	10
11.101	11.101	11.101	11.101	11.101	11.101
20.716	20.716	20.716	20.716	20.716	20.716
18.853	18.853	18.853	18.853	18.853	18.853
84.008	84.008	84.008	84.008	84.008	84.008
2.800	2.801	2.801	2.401	2.743	2.792
0	0	0	0	0	0
1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353
2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431
2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361
10.013	10.013	10.013	10.013	10.013	10.013
1.084	1.084	1.084	1.084	1.084	1.084
0	0	0	3.007	0	0
1.205	1.205	1.205	1.205	1.205	1.205
301	301	301	301	301	301
72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178
1.488	1.522	1.556	1.590	1.624	1.658
229.893	229.927	229.960	232.601	229.971	230.054

Tabla N° 17: Balance de maquinaria para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N° 5.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario US\$	Costo Total US\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario US\$	Valor de Desecho Total US\$
Camioneta	3	12.853	38.559	5	4.616	13.847
Carritos de as	2	60	121	5	1	1
Bascula	1	27.532	27.532	10	0	0
Balanza	2	514	1.029	7	0	0
Computador	1	1.503	1.503	2	0	0
Promoción	3	33.407	100.220	0	0	0
Inversión Inicial US\$			168.965			13.848

Tabla N° 18: Calendario de reinversiones para Opción N°5.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	3	12.853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.569
Carritos de aseo	2	60	0	0	0	0	121	0	0	0	0	0
Báscula	1	27.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.532
Balanza	2	514	0	0	0	0	0	0	1.029	0	0	0
Computador	1	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503
Calendario US\$			0	1.503	0	1.503	121	1.503	1.029	1.503	0	67.595

Tabla N° 19: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria, para Opción N°5.

Maquinaria y equipos	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.525
Carritos de aseo	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calendario US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.525

Tabla N° 20: Balance de Personal para Opción N°5.

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario U\$	Total U\$
Supervisor Terreno	1	5.143	5.143
Recepción/despacho	2	4.114	8.229
Clasificadores	12	3.086	37.029
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Personal Aseo	2	2.571	5.143
Supervisor General	1	20.571	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	21	86.571	135.429

Tabla N° 21-A: Costos de operación (primeros 4 años) para Opción N°5.

Ítem	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario US\$	1	2	3	4
Servicio de Camiones 14m3							
Recolección	Número de camiones	9	75	212.735	216.603	216.603	216.603
Insumos y Repuestos Camionetas							
Seguro	unidad	3	451	1.353	1.353	1.353	1.353
Neumáticos	unidad	36	68	2.431	2.431	2.431	2.431
Lubricante	litros	749	3	2.361	2.361	2.361	2.361
Combustible	litros.	29.970	1	21.313	21.313	21.313	21.313
Mantenimiento y Repuestos	horas	144	7	975	975	975	975
Ajuste motor	unidad	3	902	0	0	0	2.706
Báscula							
Calibración	unidad	1	301	301	301	301	301
Publicidad General	unidad	12	6.015	72.178	72.178	72.178	72.178
Terreno	M2	30.000	0,05	1.353	1.387	1.421	1.455
Total US\$				315.000	318.902	318.936	321.676

Tabla N° 21-B: Costos de operación (últimos 6 años) para Opción N°5.

	5	6	7	8	9	10
216.603	216.603	216.603	216.603	216.603	216.603	216.603
1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353
2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431
2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361
21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313
975	975	975	975	975	975	975
0	0	0	2.706	0	0	0
301	301	301	301	301	301	301
72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178
1.488	1.522	1.556	1.590	1.624	1.658	1.658
319.003	319.037	319.071	321.811	319.139	319.172	319.172

Tabla N° 22: Balance de maquinaria y equipos para un volumen de recolección de 12.000 Ton/año para Opción N°3.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario US\$	Costo Total US\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario US\$	Valor de Desecho Total US\$
Camión A	6	84.763	508.577	7	20.567	123.399
Camión B	2	61.719	123.437	7	16.839	33.678
Campanas	109	586	63.912	10	0	0
Camioneta	3	12.853	38.559	10	4.616	13.847
Impermeable	22	6	133	3	0	0
Guantes	22	1	25	1	0	0
Zapatos seguridad	22	11	251	1	0	0
Gorros con logo	22	1	24	1	0	0
Carritos de aseo	2	60	121	5	1	1
Báscula	1	27.532	27.532	10	0	0
Balanza	2	514	1.029	7	0	0
Computador	1	1.503	1.503	2	0	0
Promoción	3	33.407	100.220	0	0	0
Inversión Inicial US\$			865.324			170.925

Tabla N° 23: Calendario de reinversiones para Opción N°3.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario US\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camión A	6	84.763	0	0	0	0	0	0	508.577	0	0	0
Camión B	2	61.719	0	0	0	0	0	0	123.437	0	0	0
Campanas	109	586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63.912
Camioneta	3	12.853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.559
Impermeables	22	6	0	0	133	0	0	133	0	0	133	0
Guantes	22	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Zapatos seguridad	22	11	251	251	251	251	251	251	251	251	251	251
Gorros con logo	22	1	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Carritos de aseo	2	60	0	0	0	0	121	0	0	0	0	0
Báscula	1	27.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.532
Balanza	2	514	0	0	0	0	0	0	1.029	0	0	0
Computador	1	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503
Calendario US\$			300	1.804	433	1.804	421	1.936	633.343	1.804	433	131.807

Tabla N° 24: Calendario de ingresos por venta de equipos y maquinaria, para Opción N°3.

Maquinaria y equipos	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camión A	6	0	0	0	0	0	0	99.499	0	0	123.399
Camión B	2	0	0	0	0	0	0	25.288	0	0	33.678
Camionetas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.525
Calendario US\$		0	0	0	0	0	0	124.788	0	0	165.601

Tabla N° 25: Balance de personal para Opción N°3.

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario US\$	Total US\$
Supervisor Terreno	2	5.143	10.286
Choferes camión	8	5.760	46.080
Pionetas	22	4.286	94.286
Recepción/despacho	3	4.114	12.343
Clasificadores	12	3.086	37.029
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Mecánico Vehículos	1	5.143	5.143
Personal Aseo	2	2.571	5.143
Supervisor General	1	20.571	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	54	35.760	290.194

Tabla N° 26: Costos de operación para Opción N°3.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario US\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insumos y Repuestos Camiones													
Seguro	unidad	8	1.503	12.028	12.028	12.028	12.028	12.028	12.028	12.028	12.028	12.028	12.028
Neumáticos	unidad	112	200	22.445	22.445	22.445	22.445	22.445	22.445	22.445	22.445	22.445	22.445
Lubricante	litros	7.992	3	20.427	20.427	20.427	20.427	20.427	20.427	20.427	20.427	20.427	20.427
Combustible	litros	199.800	0	91.019	91.019	91.019	91.019	91.019	91.019	91.019	91.019	91.019	91.019
Mantenión	horas	384	7	2.601	2.972	3.344	3.716	4.087	4.459	4.830	2.601	2.972	3.344
Ajuste motor	unidad	8	2.406	0	0	0	2.406	0	0	0	0	0	0
Insumos y Repuestos Camionetas													
Seguro	unidad	3	451	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353
Neumáticos	unidad	36	68	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431
Lubricante	litros	749	3	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361
Combustible	litros	29.970	1	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313
Mantenión	horas	144	7	975	1.073	1.170	1.268	1.365	1.463	1.561	1.658	1.756	1.853
Ajuste motor	unidad	3	902	0	0	0	2.706	0	0	0	2.706	0	0
Campanas													
Mantenión	horas	109	11	1.229	1.229	1.229	1.229	1.229	1.229	1.229	1.229	1.229	1.229
Publicidad Campana unida	unidad	109	1.055	114.946	114.946	114.946	114.946	114.946	114.946	114.946	114.946	114.946	114.946
Báscula													
Calibración	unidad	1	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Publicidad	unidad	12	6.015	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178
Total US\$				365.317	365.786	366.255	371.836	367.193	367.662	368.131	368.706	366.469	366.938

Tabla N° 27: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°6.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario US\$	Costo Total US\$	Vida Útil (años)
Camioneta	3	12.853	38.559	10
Carritos de aseo	2	60	121	5
Báscula	1	27.532	27.532	10
Balanza	2	514	1.029	7
Computador	1	1.503	1.503	2
Promoción	3	33.407	100.220	0
Inversión Inicial US\$			168.965	

Tabla N° 28: Calendario de reinversiones en equipamiento para Opción N° 6.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	3	12.853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.559
Carritos de aseo	2	60	0	0	0	0	121	0	0	0	0	121
Báscula	1	27.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.532
Balanza	2	514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Computador	1	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503
Calendario US\$			0	1.503	0	1.503	121	1.503	1.029	1.503	0	67.716

Tabla N° 29: Calendario de ingresos por venta de maquinaria y equipos para Opción N° 6.

Maquinaria y equipos	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.525
US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.525

Tabla N° 30: Balance de personal para Opción N° 6.

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario U\$	Total U\$
Supervisor Terreno	2	5.143	10.286
Choferes camión	8	5.760	46.080
Pionetas	22	4.286	94.286
Recepción/despacho	3	4.114	12.343
Clasificadores	12	3.086	37.029
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Mecánico Vehículos	1	5.143	5.143
Personal Aseo	2	2.571	5.143
Supervisor General	1	20.571	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
US\$	54	35.760	290.194

Tabla Nº 31-A: Costos de operación (primeros 4 años) para Opción Nº6.

Item	Unidad de -medida	Cantidad	Costo unitario U\$	1	2	3	4
Servicio Camiones y contenedores							
Contenedores US\$	30 m3 (1.95 ton)	64	60	3.855	3.855	3.855	3.855
Camión hacia planta	viaje (con contenedor)	6.154	53	323.823	323.823	323.823	323.823
Insumos y Repuestos Camionetas							
Seguro	unidad	3	451	1.353	1.353	1.353	1.353
Neumáticos	unidad	36	68	2.431	2.431	2.431	2.431
Lubricante	litros	749	3	2.361	2.361	2.361	2.361
Combustible	litros	29.970	1	21.313	21.313	21.313	21.313
Mantenimiento y Repuesto	horas	144	7	975	1.073	1.170	1.268
Ajuste Motor	unidad	3	902	0	0	0	2.706
Báscula							
Calibración	unidad	1	301	301	301	301	301
Publicidad General	unidad	12	6.015	72.178	72.178	72.178	72.178
Total				428.590	428.688	428.785	431.589

Tabla Nº 31-B: Costos de operación (últimos 6 años) para Opción Nº6.

5	6	7	8	9	10
3.855	3.855	3.855	3.855	3.855	3.855
323.823	323.823	323.823	323.823	323.823	323.823
1.353	1.353	1.353	1.353	1.353	1.353
2.431	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431
2.361	2.361	2.361	2.361	2.361	2.361
21.313	21.313	21.313	21.313	21.313	21.313
1.365	1.463	1.561	1.658	1.756	1.853
0	0	0	2.706	0	0
301	301	301	301	301	301
72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178
428.980	429.078	429.175	431.979	429.370	429.468

Tabla Nº 32: Inversión inicial en camionetas.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario US\$	Valor de Desecho Total US\$
Camioneta	1	12.853	12.853	10	2.842	2.842

Tabla Nº 33: Costos de operación de una camioneta con consumo de combustible gasolina 97 octanos.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insumos y Repuestos camionetas													
Lubricante	litros	250		787	787	787	787	787	787	787	787	787	787
Combustible	litros	9.990		7.104	7.104	7.104	7.104	7.104	7.104	7.104	7.104	7.104	7.104
Mantenión	unidad	48		325	358	390	423	455	488	520	553	585	618
Ajuste motor	unidad	1		902	0	0	902	0	0	0	902	0	0
Total US\$				8.216	8.249	8.281	9.216	8.346	8.379	8.411	9.346	8.477	8.509

Tabla Nº 34: Costos anuales equivalentes para las camionetas en los diferentes años.

Vida Útil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión U\$	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1	12.853,1
Valor Desecho U\$	10.834,5	8.852,4	8.213,4	5.490,6	4.914,4	4.388,5	3.862,6	3.311,6	2.848,4	2.372,7
Costo Operación U\$	8.216,4	8.248,9	8.281,4	9.216,0	8.346,5	8.379,0	8.411,5	9.346,1	8.476,5	8.509,0

Tasa descuento 17%

VA Inversión U\$	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853	-12.853
VA Valor Desecho U\$	9.260	6.487	5.128	2.930	2.242	1.711	1.287	943	693	494
VA Costos Operación U\$	-7.023	-6.026	-5.171	-4.918	-3.807	-3.266	-2.803	-2.662	-2.063	-1.770
VA Total U\$	-10.615	-12.412	-12.896	-14.841	-14.419	-14.409	-14.369	-14.572	-14.223	-14.130

Factor	1,170	0,631	0,453	0,365	0,313	0,279	0,255	0,238	0,225	0,215
CAE U\$	-12.420	-7.830	-5.836	-5.410	-4.507	-4.014	-3.663	-3.464	-3.196	-3.033

Tabla N° 35: Determinación del valor de desecho de una camioneta sobre la base del método de valor desecho comercial.

Camioneta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor libro	-11.568	-10.283	-8.997	-7.712	-6.427	-5.141	-3.856	-2.571	-1.285	0
Valor comercial	10.690	8.570	8.059	5.052	4.616	4.240	3.864	3.458	3.157	2.842
Utilidad antes de imp.	-878	-1.713	-939	-2.660	-1.811	-901	8	887	1.872	2.842
Impuesto 16,5%	145	283	155	439	299	149	-1	-146	-309	-469
Utilidad Neta	-733	-1.430	-784	-2.221	-1.512	-753	7	741	1.563	2.373
Valor libro	11.568	10.283	8.997	7.712	6.427	5.141	3.856	2.571	1.285	0
Valor desecho US\$	10.835	8.862	8.213	5.491	4.914	4.389	3.863	3.312	2.848	2.373

Tabla N° 36: Inversión inicial en equipos para la conversión a gas natural y gas licuado.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario US\$	Costo Total US\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario US\$	Valor de Desecho Total US\$
Camioneta GNC	1	14.636	14.636	10	2.842	2.842
Camioneta GLP	1	12.853	12.853	10	2.842	2.842

Para la Camioneta GNC el kit tiene un valor de US\$1900, que esta incluido en el costo unitario, el kit tiene una vida útil de 22 años.
Para la camioneta GLP el kit es entregado gratis, a modo de comodato.

Tabla N° 37: Costos de operación para camionetas con conversión a gas natural.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario US\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insumos y Repuestos camionetas													
Lubricante	litros	250	3,2	787	787	787	787	787	787	787	787	787	787
Combustible	M3	8.841	0,2	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127	2.127
Mantenimiento y Repuestos	unidad	48	6,8	325	358	390	423	455	488	520	553	585	618
Ajuste motor	horas	1	1.002,2	0	0	0	1.002	0	0	0	1.002	0	0
Impuesto específico CGN	UTM	9	44,6	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402
Total US\$				3.640	3.673	3.705	4.740	3.770	3.803	3.835	4.870	3.901	3.933
VA Costos Operación US\$				-3.111	-2.683	-2.314	-2.530	-1.720	-1.483	-1.278	-1.387	-949	-818
VA TOTAL Costos Operación US\$				-18.273									

Tabla N° 38: Costos de operación para camionetas con conversión a gas licuado.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insumos y Repuestos camionetas													
Lubricante	litros	250	3,2	787	787	787	787	787	787	787	787	787	787
Combustible	litros	11.100	0,3	3.338	3.338	3.338	3.338	3.338	3.338	3.338	3.338	3.338	3.338
Mantenión y Repuestos	horas	48	6,8	325	358	390	423	455	488	520	553	585	618
Ajuste motor	unidad	1	1.002,2	0	0	0	1.002	0	0	0	1.002	0	0
Impuesto específico CGN UTM		9	44,6	402	402	402	402	402	402	402	402	402	402
Total US\$				4.851	4.884	4.916	5.951	4.981	5.014	5.047	6.081	5.112	5.144
VA Costos Operación US\$				-4.147	-3.568	-3.070	-3.176	-2.272	-1.955	-1.681	-1.732	-1.244	-1.070
VA TOTAL Costos Operación US\$													

-23.914

Tabla N° 39: Valores actuales totales de costos entre alternativas GNC y GLP.

	GNC	GLP
VA Inversión US\$	-29.272	-25.706
VA Costos Operación US\$	-18.273	-23.914
VA Total US\$	-47.544	-49.621

Tabla N° 40: Inversión requerida por tipo de camión.

Máquinaria y accesorios	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$	Vida Útil (años)	Valor Desecho unitario U\$	Valor de Desecho Total U\$
Camión A	1	84.763	84.763	7	16.583	16.583
Camión B	1	61.719	61.719	7	12.644	12.644

Tabla N° 41: Costos de operación para cada tipo de camión.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	1	2	3	4	5	6	7
Insumos y Repuestos Camiones A y B										
Seguro	unidad	1,00	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503
Neumáticos	unidad	14,00	200	2.806	2.806	2.806	2.806	2.806	2.806	2.806
Lubricante	litros	999,00	3	2.553	2.553	2.553	2.553	2.553	2.553	2.553
Combustible	litros	24.976,00	0	11.377	11.377	11.377	11.377	11.377	11.377	11.377
Mantenión y Re	horas	48,00	7	325	372	418	464	511	557	604
Ajuste motor	unidad	1,00	902	0	0	0	902	0	0	0
Total US\$				18.565	18.611	18.658	19.606	18.751	18.797	18.844

Tabla N° 42: Valores de desecho para cada camión.

Máquina	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7
Camión A	1							
Valor Libro		-72.654	-60.545	-48.436	-36.327	-24.218	-12.109	0
Valor Comercial		38.383	22.101	20.567	19.410	18.357	17.410	16.583
Utilidades		-34.270	-38.444	-27.869	-16.917	-5.861	5.301	16.583
Impuesto		5.655	6.343	4.598	2.791	967	-875	-2.736
Utilidad Neta		-28.616	-32.101	-23.271	-14.126	-4.894	4.426	13.847
Valor Libro		72.654	60.545	48.436	36.327	24.218	12.109	0
Valor Desecho US\$		44.038	28.444	25.165	22.201	19.324	16.535	13.847
Camión B	1							
Valor Libro		-52.902	-44.085	-35.268	-26.451	-17.634	-8.817	0
Valor Comercial		34.820	19.996	16.839	15.786	14.734	13.682	12.644
Utilidades		-18.081	-24.089	-18.429	-10.664	-2.900	4.865	12.644
Impuesto		2.983	3.975	3.041	1.760	478	-803	-2.086
Utilidad Neta		-15.098	-20.114	-15.388	-8.905	-2.421	4.062	10.558
Valor Libro		52.902	44.085	35.268	26.451	17.634	8.817	0
Valor Desecho US\$		37.804	23.971	19.880	17.546	15.212	12.879	10.558

Tabla N° 43: Costos totales actualizados para los dos tipos de camiones.

Tasa descuento 17%

Camión A	1	2	3	4	5	6	7
Vida Util							
VA Inversión	-84.763	-84.763	-84.763	-84.763	-84.763	-84.763	-84.763
VA Valor Desecho	37.639	20.779	15.712	11.848	8.814	6.446	4.614
VA Costos Operación	-15.867	-13.596	-11.649	-10.463	-8.552	-7.328	-6.279
VA Total US\$	-62.991	-77.580	-80.700	-83.378	-84.501	-85.645	-86.428
Camión B							
Vida Util							
VA Inversión	-61.719	-61.719	-61.719	-61.719	-61.719	-61.719	-61.719
VA Valor Desecho	32.311	17.511	12.412	9.363	6.939	5.021	3.518
VA Costos Operación	-15.867	-13.596	-11.649	-11.265	-8.552	-7.328	-6.279
VA Total US\$	-45.275	-57.803	-60.956	-63.620	-63.332	-64.026	-64.479

Tabla N° 44: Costos anuales equivalentes para camiones A y B.

Factor	1,17	0,63	0,45	0,36	0,31	0,28	0,25
CAE Camión A (US\$)	-73.699	-48.940	-36.523	-30.394	-26.412	-23.862	-22.035
CAE Camión B (US\$)	-52.972	-36.464	-27.587	-23.192	-19.795	-17.839	-16.439

Tabla N° 45: Tabla de composición de residuos reciclables.

Residuo	% peso	% peso componente reciclables
Orgánico	49,0%	
Papel y cartón	19,0%	57,576
Plástico	10,0%	30,303
Vidrios	2,0%	6,061
Metales	2,0%	6,061
Textiles	4,0%	
Escorias cenizas	6,0%	
Otros	8,0%	
Porcentaje en peso de reciclables	33,0%	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Orcosupa, J. (2002). "Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos. Provincia de Santiago de Chile". Tesis de Magíster, Universidad de Chile.

Tabla N° 46: Densidad de residuos sólidos domiciliarios.

Densidad Residuos	Ton/m3
Restos comida	0,291
Papel	0,089
Cartón	0,050
Plásticos	0,065
Textiles	0,065
Goma	0,131
Cuero	0,160
Restos jardín	0,101
Madera	0,237
Vidrio	0,196
Latas hojalata	0,089
Aluminio	0,160
Otros metales	0,320
Cenizas	0,481
FSD	0,174
Residuos reciclables	0,138

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Velásquez, G. (2001). "Uso de instrumentos económicos para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en Santiago de Chile. Tesis de Magíster. Universidad de Chile".

Tabla N° 47: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°7.

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario U\$	Valor de Desecho Total U\$
Camioneta	4	12.853	51.413	10	2.842	11.366
Triciclos	318	177	56.416	5	0	0
Impermeable	318	6	1.921	3	0	0
Guantes	318	1	359	1	0	0
Overoles	318	7	2.222	1	0	0
Poleras manga corta	318	3	857	1	0	0
Zapatos seguridad	318	11	3.634	1	0	0
Gorros con logo	318	1	345	1	0	0
Carritos de aseo	2	60	121	5	1	1
Balanza	2	514	1.029	7	0	0
Computador	1	1.503	1.503	2	0	0
Subtotal			119.818			
Gastos de Puesta en Marcha						
Promoción	3	33.407	100.220	0	0	0
Capacitación (hrs)	120	8	902	0	0	0
Subtotal			101.122			
Inversión inicial al momento 0 (US\$)			340.759			11.367

Tabla N° 48: Calendario de reinversiones e ingresos por venta de equipos para Opción N°7.

Calendario de Reinversiones US\$

Maquinaria y equipos	Cantidad	Costo unidad\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	4	12.853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.413
Triciclos	318	177	0	0	0	0	56.416	0	0	0	0	56.416
Impermeables	318	6	0	0	1.921	0	0	1.921	0	0	1.921	0
Gautes	318	1	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
Overoles	318	7	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222	2.222
Poleras manga corta	318	3	857	857	857	857	857	857	857	857	857	857
Zapatos seguridad.	318	11	3.634	3.634	3.634	3.634	3.634	3.634	3.634	3.634	3.634	3.634
Gorros con logo	318	1	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345
Carritos de aseo	2	60	0	0	0	0	121	0	0	0	0	121
Balanza	2	514	0	0	0	0	0	0	1.029	0	0	0
Computador	1	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503	0	1.503
US\$			7.416	8.919	9.337	8.919	63.953	10.840	8.445	8.919	9.337	116.868

Calendario de ingresos por venta de maquinaria de reemplazo US\$

Maquinaria y equipos	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camioneta	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.366
Calendario US\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.366

Tabla N°49: Balance de personal para Opción N°7.

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario US\$	Total US\$
Recolector	318	1.353	430.292
Supervisor Terreno	3	5.143	15.429
Recepción/despacho	5	4.114	20.571
Clasificadores	12	3086	37.029
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Personal Aseo	2	2.571	5.143
Supervisor General	1	20571,43	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	344	87.925	588.349

Tabla Nº 50: Costos de operación para Opción Nº7.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insumos y Repuestos tróxicos													
Insumos	unidad	318		14.343	14.343	14.343	14.343	14.343	14.343	14.343	14.343	14.343	14.343
Insumos y Repuestos camionetas													
Seguro	unidad	4	451	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804	1.804
Neumáticos	unidad	48	68	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241	3.241
Lubricante	litros	999	3	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148	3.148
Combustible	M3	44.400	0	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351	13.351
Mantenimiento y Repuestos	unidad	192	7	1.300	1.430	1.561	1.691	1.821	1.951	2.081	2.211	2.341	2.471
Ajuste motor	unidad	4	1.002	0	0	0	4.009	0	0	0	4.009	0	1
Impuesto específico GL	UTM	36	45	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606	1.606
Publicidad	unidad	12	6.015	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178	72.178
Capacitación	horas	120	8	902	902	902	902	902	902	902	902	902	902
Terreno	M2	30.000	0	1.353	1.357	1.421	1.455	1.488	1.522	1.556	1.590	1.624	1.658
Total US\$				113.227	113.391	113.555	117.728	113.883	114.046	114.210	118.383	114.538	114.703

Tabla Nº 51: Balance de maquinarias y equipos para Opción Nº8.

Máquina y accesorios	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario US\$	Valor de Desecho Total US\$
Camión A	45	84.763	3.796.396	7	20.567	921.142
Overoles	134	7	939	1	0	0
Guantes	134	1	152	1	0	0
Báscula	2	27.532	55.065	10	0	0
Computador	3	1.503	4.510	2	0	0
Inversión Inicial US\$			3.857.082			921.142

Tabla Nº 52: Calendario de reinversiones e ingresos por venta de maquinaria para Opción Nº8.

Máquinas y equipos	Cantidad	Costo Unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camión A	45	84.763	0	0	0	0	0	0	3.796.396	0	0	0
Guantes	134	1	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
Overoles	134	7	939	939	939	939	939	939	939	939	939	939
Báscula	2	27.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Computador	3	1.503	0	4.510	0	4.510	0	4.510	0	4.510	0	0
Calendario US\$			1.090	5.601	1.090	5.601	1.090	5.601	3.797.487	5.601	1.090	56.155

Ingreso venta maquinaria U\$

Máquina	Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Camión A	45	0	0	0	0	0	0	742.737	0	0	921.142
Calendario US\$		0	0	0	0	0	0	742.737	0	0	921.142

Tabla Nº 53: Balance de personal para Opción Nº8.

Cargo	Nº personas	Remuneración anual	
		Unitario U\$	Total U\$
Supervisor Terreno	2	5.143	10.286
Choferes camión	45	5.760	257.981
Pionetas	134	4.286	575.851
Recepción/despacho	6	4.114	24.686
Clasificadores	30	3.086	92.571
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Mecánico Vehículos	3	5.143	15.429
Personal Aseo	4	2.571	10.286
Supervisor General	1	20.571	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	228	35.760	1.066.976

Tabla N° 54: Costos de operación para Opción N°8.

Item	Unidad de - medida	Cantidad	Costo unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Insumos y Repuestos Camiones													
Seguro	unidad	45	1.503	67.338	67.338	67.338	67.338	67.338	67.338	67.338	67.338	67.338	67.338
Neumáticos	unidad	627	200	125.660	125.660	125.660	125.660	125.660	125.660	125.660	125.660	125.660	125.660
Lubricante	litros	44.744	3	114.360	114.360	114.360	114.360	114.360	114.360	114.360	114.360	114.360	114.360
Combustible	litros	1.118.591	0	509.574	509.574	509.574	509.574	509.574	509.574	509.574	509.574	509.574	509.574
Mantenimiento y Repuestos	horas	2.150	7	14.561	16.641	19.316	22.839	27.612	34.284	43.948	14.561	16.641	19.316
Ajuste motor	unidad	45	2.406	0	0	0	2.406	0	0	0	0	0	0
Báscula													
Calibración	unidad	2	301	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601
Total US\$				832.095	834.175	836.850	842.779	845.146	851.818	861.481	832.095	834.175	836.850

Tabla N° 55: Balance de maquinarias y equipos para Opción N°10.

Máquina y accesorios	Cantidad	Costo Unitario U\$	Costo Total U\$	Vida Útil (años)	Valor de Desecho unitario	Valor de Desecho Total
Báscula	2	27.532	55.065	10	0	0
Computador	3	1.503	4.510	2	0	0
Inversión Inicial US\$			55.065			0

Tabla N° 56: Calendario de reinversiones para Opción N°10.

Máquina	Cantidad	Costo Unitario U\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Báscula	2	27.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55.065
Computador	3	1.503	0	4.510	0	4.510	0	4.510	0	4.510	0	0
US\$			0	4.510	0	4.510	0	4.510	0	4.510	0	55.065

Tabla N° 57: Balance de personal para Opción N°10.

Cargo	N° personas	Remuneración anual	
		Unitario US\$	Total US\$
Supervisor Terreno	2	5.143	10.286
Recepción/despacho	6	4.114	24.686
Clasificadores	30	3.086	92.571
Jefe Producción	2	8.229	16.457
Personal Aseo	4	2.571	10.286
Supervisor General	1	20.571	20.571
Gerente Operaciones	1	42.857	42.857
Total US\$	46	20.571	217.714

Tabla N° 58: Costos de operación para Opción N°10.

Item	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario US\$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recolección	unidad	61	75	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613	1.368.613
Báscula													
Calibración terreno	unidad M2	2	301	601	601	601	601	601	601	601	601	601	601
		30.000	0,05	1.353	1.387	1.421	1.455	1.488	1.522	1.556	1.590	1.624	1.658
Total US\$				1.370.568	1.370.602	1.370.636	1.370.669	1.370.703	1.370.737	1.370.771	1.370.805	1.370.839	1.370.872

Tabla N° 59: Costos relevantes de alternativa 2 para comparación con alternativa 3.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-626.521										
Reinversión		-517	-517	-650	-517	-517	-650	-626.387	-517	-650	-517
Personal		-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293
Valor desecho		0	0	0	0	0	0	102.243	0	0	134.794
Operación		-137.079	-137.422	-137.471	-139.884	-137.479	-137.479	-137.479	-137.079	-137.422	-137.471
Total US\$	-626.521	-424.989	-425.232	-425.415	-427.694	-425.289	-425.423	-948.916	-424.889	-425.366	-290.487
VAC US\$		363.153	310.638	265.617	228.239	193.979	165.846	316.175	121.001	103.536	2.755.135

Tabla N° 60: Costos relevantes de alternativa 3 para comparación con alternativa 2.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-696.360										
Reinversiones		-300	-300	-433	-300	-300	-433	-632.314	-300	-433	-64.212
Personal		-290.194	-290.194	-290.194	-290.194	-290.194	-290.194	-290.194	-290.194	-290.194	-290.194
Valor desecho		0	0	0	0	0	0	104.198	0	0	144.970
Operación		-264.695	-265.066	-265.438	-268.215	-266.181	-266.552	-266.924	-264.695	-265.066	0
Total U\$	-696.360	-555.189	-555.560	-556.065	-558.709	-556.675	-557.180	-1.085.235	-555.189	-555.693	-209.436
VAC U\$	696.360	474.520	405.844	347.191	298.155	253.906	217.210	361.595	158.108	135.258	43.571
											3.391.718

Tabla N° 61: Costos relevantes de la alternativa 5 para comparación con alternativa 6.

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Operación	-212.735	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603
Personal	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429
Total U\$	-348.164	-352.032	-352.032	-352.032	-352.032	-352.032	-352.032	-352.032	-352.032	-352.032
VAC U\$	297.576	257.164	219.798	187.862	160.566	137.236	117.295	100.252	85.686	73.236
										1.636.670

Tabla N° 62: Costos relevantes de la alternativa 6 para comparación con alternativa 5.

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Operación	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678	-327.678
Personal	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429
Total U\$	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107	-463.107
VAC U\$	395.818	338.306	289.150	247.137	211.228	180.537	154.305	131.885	112.722	96.344
										2.157.432

Tabla N° 63: Costos relevantes de la alternativa 2 para comparación con alternativa 5.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-756.926										
Personal		-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293	-287.293
Valor desecho		-137.079	-137.422	-137.471	-139.884	-137.479	-137.479	-137.479	-137.079	-137.471	-137.471
Operación		-517	-2.020	-650	-2.020	-637	-2.154	-627.416	-2.020	-650	-68.112
Reinversión		-424.889	-426.736	-425.415	-429.197	-425.410	-426.926	-929.742	-426.393	-425.366	-332.493
Total U\$	-756.926	363.153	311.736	265.617	229.041	194.034	166.432	309.786	121.429	103.536	69.171
VAC U\$											2.890.861

Tabla N° 64: Costos relevantes de la alternativa 5 para comparación con alternativa 2.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-130.406										
Personal		-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429
Valor desecho		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operación		-212.735	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603	-216.603
Reinversiones		0	-1.503	0	-1.503	-121	-1.503	-1.029	-1.503	0	-67.595
Total U\$	-130.406	-348.164	-353.535	-352.032	-353.535	-352.152	-353.535	-353.061	-353.535	-352.032	-419.627
VAC U\$	130.406	297.576	258.262	219.798	188.664	160.621	137.822	117.638	100.681	85.686	87.298
											VAC Total U\$
											1.784.451

Tabla N° 65: Costos relevantes de la alternativa 1 para comparación con alternativa 5.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones	-492.256										
Reinversiones		-9.583	-11.086	-12.065	-11.086	-82.603	-13.568	-10.612	-11.086	-12.065	-135.398
Personal		-714.072	-714.072	-714.072	-714.072	-714.072	-714.072	-714.072	-714.072	-714.072	-714.072
Valor Desecho		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.842
Operación		-24.647	-24.679	-24.712	-25.746	-24.777	-24.809	-24.842	-25.876	-24.907	-24.939
Total U\$	-492.256	-748.302	-749.838	-750.849	-750.905	-821.452	-752.450	-749.526	-751.035	-751.044	-871.569
VAC U\$	492.256	639.574	547.767	468.808	400.720	374.674	293.334	249.739	213.882	182.807	181.319
											VAC Total U\$
											4.044.879

Tabla N° 66: Costos relevantes de la alternativa 5 para comparación con alternativa 1.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-168.965										
Reinversiones		0	-1.503	0	-1.503	-121	-1.503	-1.029	-1.503	0	-67.595
Personal		-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429	-135.429
Valor desecho		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operación		-241.469	-245.337	-245.337	-248.043	-245.337	-245.337	-245.337	-248.043	-245.337	-245.337
Total U\$	-168.965	-376.898	-382.269	-380.766	-384.975	-380.886	-382.269	-381.795	-384.975	-380.766	-448.361
VAC U\$	168.965	322.135	279.253	237.739	205.442	173.726	149.023	127.212	109.634	92.680	93.276
											VAC Total U\$
											1.959.085

Tabla N° 67: Costos relevantes de la alternativa 8 para comparación con alternativa 10.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	-2.915.749										
Valor desecho		0	0	0	0	0	0	466.455	0	0	847.716
Costos operación		-625.986	-627.551	-629.562	-634.618	-635.802	-640.820	-648.088	-625.986	-627.551	-629.562
Reinversiones		-820	-5.331	-820	-5.331	-820	-5.331	-2.856.174	-5.331	-820	-55.885
Personal		-860.287	-860.287	-860.287	-860.287	-860.287	-860.287	-860.287	-860.287	-860.287	-860.287
Total US	-2.915.749	-1.487.093	-1.493.168	-1.490.669	-1.500.236	-1.496.909	-1.506.438	-3.898.095	-1.491.604	-1.488.658	-698.018
VAC US	2.915.749	1.271.020	1.090.780	930.730	800.601	682.757	587.268	1.298.827	424.782	382.345	145.214
											10.510.073

Tabla N° 68: Costos relevantes de la alternativa 10 para comparación con alternativa 8.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones	-55.065										
Reinversiones		0	-4.510	0	-4.510	0	-4.510	0	-4.510	0	-55.065
Personal		-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714
Costos Operación		-1.370.568	-1.370.602	-1.370.636	-1.370.669	-1.370.703	-1.370.737	-1.370.771	-1.370.805	-1.370.839	-1.370.872
Total US	-55.065	-1.588.282	-1.592.826	-1.588.350	-1.592.894	-1.588.418	-1.592.962	-1.588.485	-1.593.029	-1.588.553	-1.643.651
VAC US	55.065	1.357.506	1.163.581	991.719	850.048	724.495	620.998	529.276	453.667	386.660	341.941
											7.474.955

Tabla N° 69: Costos relevantes de la alternativa 7 para comparación con alternativa 10.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones	-81.259										
Reinversiones		-7.416	-8.919	-9.337	-8.919	-63.953	-10.840	-8.445	-8.919	-9.337	-78.188
Personal		-588.349	-588.349	-588.349	-588.349	-588.349	-588.349	-588.349	-588.349	-588.349	-588.349
Valor Desecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.842
Operación	0	-21.358	-21.390	-21.423	-22.458	-21.488	-21.520	-21.553	-22.588	-21.618	-21.651
Total US	-81.259	-617.123	-618.659	-619.109	-619.726	-673.789	-620.710	-618.347	-619.856	-619.304	-685.347
VAC US	81.259	527.455	451.939	386.553	330.717	307.323	241.977	206.030	176.524	150.741	142.578
											3.003.095

Tabla Nº 70: Costos relevantes de la alternativa 10 para comparación con alternativa 7.

Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversiones	-55.065										
Reinversiones	0	0	-4.510	0	-4.510	0	-4.510	0	-4.510	0	-55.065
Personal		-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714	-217.714
Costos Operació	-1.369.215	-1.369.215	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743	-1.461.743
Valor desecho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total US\$	-1.424.279	-1.586.929	-1.683.968	-1.679.457	-1.683.968	-1.679.457	-1.683.968	-1.679.457	-1.683.968	-1.679.457	-1.734.522
VAC US\$	1.424.279	1.356.350	1.230.161	1.048.604	898.649	766.019	656.476	559.587	479.564	408.786	360.845
											Total US\$
											9.189.321

Tabla N° 71: Flujo de caja para una recolección Selectiva de plásticos con sistema de recogida con camiones externos (Opción N°5).

Ton recolectadas/año	12,000,00																		
Precio plastico US\$/Ton	45,10	VAN = 0																	
Toneladas a reciclar	9,600,00	\$/Kilogramo	\$/Kilogramo	US\$/Ton															
Precio Venta US\$/Ton	150,35	100,00	34,15	51,34															
Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
Ingresos		1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327	1.443.327								
Costos Variables																			
Costo Rechazo		-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287	-147.287								
Costos Fijos																			
Remuneraciones		-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429	-135429								
Costos operación		-315000	-318902	-318936	-321676	-319003	-319037	-319071	-321811	-319139	-319172								
Venta de Activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Depreciación activos		-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532	-7532								
Amortización intangibles		-100220	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Valor libro Activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Utilidad Antes de Impuesto		737859	834178	834144	831404	834076	834043	834009	831269	833941	842432								
Impuesto (17%)		-125436	-141810	-141804	-141339	-141793	-141787	-141781	-141316	-141770	-143213								
Utilidad Neta		612423	692368	692340	690065	692283	692255	692227	689953	692171	699218								
Depreciación activos		7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532	7532								
Amortización intangibles		100220	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Valor libro de activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Inversiones Maquinaria y equipo	-107304																		
Gastos de Puesta en Marcha	-100220																		
Reinversiones		0	1503	0	1503	121	1503	1029	1503	0	67595								
Capital de Trabajo	-148086										148086								
Valor de Desecho											68110								
Flujo (US\$)	-355610	720176	701403	699872	699101	699936	701291	700788	698988	699703	990541								
(US\$)	-355610	615535	512384	436979	373075	319249	273390	233499	199060	170310	206070								
VAN (17%) (US\$)	2.983.941 TIR		201%																

Tabla N° 72: Flujo de caja para una recolección internalizada No Selectiva de residuos reciclables con sistema de recogida de triciclos (Opción N°7).

Ton recolectadas/año	39.604										
Toneladas a reciclar	31.683	\$/Kg	VAN = 0								
Precio Venta reciclables U\$/Ton	126	53,25									U\$/Ton
Precio venta plástico U\$/Ton	150	100									96,37
Item	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747	3.979.747
Costos Variables											
Costo Rechazo		-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095	-486.095
Costos Fijos											
Remuneraciones		-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103	-2.751.103
Costos operación		-113.227	-113.391	-113.555	-117.728	-113.883	-114.046	-114.210	-118.383	-114.538	-114.703
Venta de Activos											11.366
Depreciación activos		-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403	-25.403
Amortización intangibles		-101.122	-902	-902	-902	-902	-902	-902	-902	-902	-902
Valor libro Activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuesto		502.796	602.852	602.689	598.516	602.361	602.197	602.033	597.860	601.705	612.907
Impuesto (17%)		-85.475	-102.485	-102.457	-101.748	-102.401	-102.373	-102.346	-101.686	-102.290	-104.194
Utilidad Neta		417.321	500.367	500.231	496.768	499.959	499.823	499.687	496.224	499.415	508.712
Depreciación activos		25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403	25.403
Amortización intangibles		101.122	902	902	902	902	902	902	902	902	902
Valor libro de activos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversiones Maq y equ		-119.818									
Gastos de Puesta en											
Marcha		-101.122									
Reinversiones		-7.416	-8.919	-9.337	-8.919	-63.953	-10.840	-8.445	-8.919	-9.337	-116.748
Capital de Trabajo		-230.655									230.655
Valor de Desecho											53.430
Flujo (US\$)	-451.596	536.431	517.754	517.200	514.154	462.312	515.289	517.548	513.610	516.384	702.356
VAC (US\$)	-451.596	458.488	378.226	322.925	274.379	210.866	200.879	172.445	146.267	125.690	146.116
VAN (17%) (US\$)	1.984.684	TIR	116%								

El 30,3% de los residuos reciclables corresponde a plástico, como se necesitan 12 mil ton/año entonces son 39 mil 604 ton de residuos reciclables que deben ingresar a la planta por año.

Tabla Nº 73: Emisiones generadas por camión diesel de más de dos ejes

Tipo de contaminante	CO	COV	NO x	CH4	N2O	NH3	MP	PR
Emisiones por camión (gm/km)	4,65490	2,89620	17,63250	0,17500	0,03000	0,00300	2,62920	0,50000
Emisiones anuales (Ton/año)	0,46502	0,28933	1,76149	0,01748	0,00300	0,00030	0,26266	0,04995

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los Factores de Emisión.¹

Tabla Nº 74: Emisiones generadas por camioneta con uso de gasolina.

Tipo de contaminante	CO	COV	NO x	CH4	N2O	NH3	MP	PR
Emisiones por camioneta (gm/km)	1,34450	0,08060	0,35775	0,00000	0,00600	0,00200	0,00000	0,00000
Emisiones anuales (Ton/año)	0,13432	0,00805	0,03574	0,00000	0,00060	0,00020	0,00000	0,00000

PR: Polvo resuspendido.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los Factores de Emisión.²

Tabla Nº 75: Emisiones generadas por camioneta GLP.

Tipo de contaminante	CO	VOC	NO x	CH4	N2O	NH3	MP	PR
Emisiones por camioneta GLP (gr/km)	0,03358	0,00101	0,00596	0,00000	0,00060	0,00020	0,00000	0,00000
Emisiones anuales (Ton/año)	0,00332	0,00010	0,00059	0,00000	0,00006	0,00002	0,00000	0,00000

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de los Factores de Emisión.³

¹ Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Informe Final del estudio "Análisis de Evaluaciones y Reevaluaciones ExPost, VI Etapa", Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, aplicando la metodología utilizada en el "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la Región metropolitana".

² Idem anterior.

³ Idem anterior.

Tabla Nº 76: Aumento de emisiones para un camión diesel por año.

Aumento de Emisiones Anuales	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
HC	0,28933038	0,28933038	0,28933038	0,28933038	0,28933038	0,28933038	0,28933038	0,28933038	0,28933038
Porcentaje	6%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	4%
CO	0,492925981	0,488275736	0,488275736	0,488275736	0,488275736	0,48362549	0,48362549	0,48362549	0,48362549
Porcentaje	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
NO x	1,76148675	1,76148675	1,76148675	1,76148675	1,76148675	1,76148675	1,76148675	1,76148675	1,76148675

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la RM". SECTRA (2003).

Tabla Nº 77: Aumento de emisiones para una camioneta a gasolina por año.

Aumento de Emisiones Anuales	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje	76%	23%	30%	23%	19%	16%	14%	12%	11%
HC	0,014171414	0,009903886	0,010467522	0,009903886	0,009581809	0,00934025	0,009179212	0,009018173	0,008937853
Porcentaje	40%	28%	22%	18%	15%	13%	12%	10%	10%
CO	0,18804177	0,171923904	0,163864971	0,158492349	0,154462883	0,151776572	0,150433416	0,147747105	0,147747105
Porcentaje	10%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	5%
NO x	0,039313148	0,038955755	0,038598363	0,038598363	0,038240971	0,038240971	0,037888579	0,037883579	0,037526186

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la RM". SECTRA (2003).

Tabla Nº 78: Aumento de emisiones para una camioneta GLP por año.

Aumento de Emisiones Anuales	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje	76%	23%	30%	23%	19%	16%	14%	12%	11%
HC	0,000175371	0,000122561	0,000129536	0,000122561	0,000118575	0,000115586	0,000113593	0,0001116	0,000110603
Porcentaje	40%	28%	22%	18%	15%	13%	12%	10%	10%
CO	0,004654034	0,004255117	0,004055658	0,003922686	0,003822956	0,00375647	0,003723227	0,003656741	0,003656741
Porcentaje	10%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	5%
NO x	0,000648667	0,00064277	0,000636873	0,000636873	0,000630976	0,000630976	0,000625079	0,000625079	0,000619182

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del "Estudio de seguimiento del plan piloto de utilización de combustibles gaseosos en buses de la RM". SECTRA (2003).

Tabla N° 79: Valores monetarios para cada contaminante⁴.

contaminante/Valor US\$/Ton	CO	COV	SO2	NO x	CH4	N2O	NH3	MP	CGP	PR	TOTAL
Mínimo	1,000	160,000	770,000	220,000	950,000	2,000	2,000	950,000	2,000	0,000	2.103,000
Medio	520,000	1.400,000	1.800,000	1.060,000	2.800,000	14,000	14,000	2.800,000	14,000	0,000	7.594,000
Maximo	1.050,000	4.400,000	4.700,000	9.500,000	16.200,000	23,000	23,000	16.200,000	23,000	0,000	35.873,000
Típica	520,000	1.600,000	2.000,000	2.800,000	4.300,000	13,000	13,000	4.300,000	13,000	0,000	11.233,000
PPDA	0,000	0,000	76.595,745	5.248,227	29.929,078	25,000	25,000	29.929,078	25,000	1.418,440	113.216,489
N° de estudios	2	5	11	10	13	5	5	13	5	1	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del PPDA, CONAMA, (2003) y MATTHEWS, H. SCOTT and LAVE, LESTER. (2000). Applications of environmental valuation for determining externality cost. Environmental science & technology.

Tabla N° 80: Valoración de las emisiones por año de un camión diesel de más de dos ejes.

U\$/año	CO	COV	SO2	NO x	CH4	N2O	NH3	MP	CGP	PR	Total U\$/año
Mínimo	0,465	46,293	0,000	387,527	0,000	0,000	0,000	249,524	4,216	0,000	688,025
Medio	241,813	405,063	0,000	1.867,176	0,000	0,000	0,000	735,440	29,510	0,000	3.279,002
Maximo	488,276	1.273,054	0,000	16.734,124	0,000	0,000	0,000	4.255,045	48,481	0,000	22.798,980
Típica	241,813	462,929	0,000	4.932,163	0,000	0,000	0,000	1.129,425	27,403	0,000	6.793,732
PPDA	0,000	0,000	0,000	9.244,682	0,000	0,000	0,000	0,000	52,697	70,851	9.368,231

Tabla N° 81: Valoración de las emisiones por año de una camioneta con consumo de gasolina.

U\$/año	CO	COV	SO2	NO x	CH4	N2O	NH3	MP	CGP	PR	Total U\$/año
Mínimo	0,134	21,490	103,423	29,549	0,000	0,000	0,000	127,600	0,269	0,000	282,466
Medio	69,844	188,042	241,768	142,374	0,000	0,000	0,000	376,084	1,880	0,000	1.019,992
Maximo	141,031	590,988	631,283	1.275,998	0,000	0,000	0,000	2.175,912	3,089	0,000	4.818,302
Típica	69,844	214,905	268,631	376,084	0,000	0,000	0,000	577,557	1,746	0,000	1.508,767
PPDA	0,000	0,000	0,000	704,918	0,000	0,000	0,000	0,000	3,358	190,519	898,795

⁴ Fuente: Matthews and Lave, 2000. Modificado con datos del PPDA.

Tabla Nº 82: Valoración de emisiones por año de una camioneta GLP.

U\$/año	CO	COV	SO2	NO x	CH4	N2O	NH3	MP'	CGP	PR	Total \$/año
Mínimo	0,003	0,016	0,000	0,130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,000	0,189
Medio	1,726	0,140	0,000	0,625	0,000	0,000	0,000	0,000	0,277	0,000	2,769
Máximo	3,486	0,440	0,000	5,605	0,000	0,000	0,000	0,000	0,455	0,000	9,986
Típica	1,726	0,160	0,000	1,652	0,000	0,000	0,000	0,000	0,257	0,000	3,796
PPDA	0,000	0,000	0,000	3,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,495	0,000	3,591

Tabla Nº 83: Costos actualizados de las emisiones anuales de un camión diesel.

U\$/Contaminante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO	243,53	258,15	271,05	284,61	298,84	313,78	326,33	339,38	352,96	367,08
COV	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14	1.282,14
NO x	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73	16.853,73
MP	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25	7.917,25
CGP	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
PR	71,36	71,36	71,36	71,36	71,36	71,36	71,36	71,36	71,36	71,36
Total US\$	26.368,52	26.383,13	26.396,04	26.409,59	26.423,82	26.438,77	26.451,32	26.464,37	26.477,95	26.492,06
VAC (12%) US\$	149.267,74									

MP = Material particulado, Costos obtenidos del PPDA.

CGP = Calentamiento Global Potencia. Se consideran todos los gases con incidencia potencial en el efecto invernadero, en este caso Metano sumado a Óxido de Dinitrógeno (CH4+ N2O).

Tabla Nº 84: Costos actualizados de las emisiones anuales para una camioneta con consumo de gasolina.

U\$/Contaminante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO	70,34	98,48	126,05	153,78	181,46	208,68	235,81	264,11	290,52	319,57
COV	35,68	62,80	77,24	100,42	123,51	146,98	170,50	194,36	217,69	241,63
NO x	341,95	376,14	410,00	442,80	478,22	511,70	547,51	580,37	615,19	645,95
MP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CGP	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
PR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total US\$	447,99	537,44	613,31	697,01	783,21	867,37	953,84	1.038,85	1.123,41	1.207,17
VAC (12%) US\$	4.237									

MP = Material particulado, Costos obtenidos del PPDA.

CGP = Calentamiento Global Potencia. Se consideran todos los gases con incidencia potencial en el efecto invernadero, en este caso Metano sumado a Óxido de Dinitrógeno (CH4+ N2O).

Tabla N° 85: Costos actualizados de las emisiones anuales para una camioneta GLP.

US\$/Contaminante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO	17,43	24,40	31,23	38,10	44,96	51,70	58,42	65,43	71,98	79,17
COV	4,42	7,78	9,57	12,44	15,30	18,21	21,12	24,08	26,97	29,93
NO x	56,48	62,13	67,72	73,13	78,99	84,51	90,43	95,86	101,61	106,69
MP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CGP	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
PR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	78,34	94,32	108,53	123,69	139,26	154,44	169,99	185,38	200,56	215,81
VAC (12%) US\$	751,83									

MP = Material particulado, Costos obtenidos del PPDA.

CGP = Calentamiento Global Potencia. Se consideran todos los gases con incidencia potencial en el efecto invernadero, en este caso Metano sumado a Óxido de Dinitrógeno (CH4+ N2O).

ANEXO 2
TABLA DE DATOS

Todos los datos referentes a precios o costos de productos, servicios o similares de la siguiente tabla, fueron obtenidos de cotizaciones correspondientes al año 2003.

Tabla de Datos (A)

30-09-03

Valores	U\$	\$
UTM	45	29.681
U\$	1	665
UF	25	16.946
IVA	18%	
Tasa Descuento	17%	
Valor comercial	U\$	\$
Camion A (7 años)	16.583,22	11.030.000
Camion B (7 años)	12.644,14	8.410.000
Camion A (6 años)	17.410,13	11.580.000
Camion B (6 años)	13.681,54	9.100.000
Camion A (5 años)	18.357,31	12.209.995
Camion B (5 años)	14.733,96	9.800.000
Camion A (4 años)	19.409,73	12.909.995
Camion B (4 años)	15.786,39	10.500.000
Camion A (3 años)	20.566,51	13.679.400
Camion B (3 años)	16.838,81	11.200.000
Camion A (2 años)	22.100,94	14.700.000
Camion B (2 años)	19.996,09	13.300.000
Camion A (1 año)	38.383,47	25.530.000
Camion B (1 año)	34.820,26	23.159.997
Camioneta (10 años)	2.841,55	1.890.000
Camioneta (9 años)	3.157,28	2.100.000
Camioneta (8 años)	3.457,97	2.300.000
Camioneta (7 años)	3.863,90	2.569.994
Camioneta (6 años)	4.239,77	2.819.999
Camioneta (5 años)	4.615,62	3.069.990
Camioneta (4 años)	5.051,64	3.360.000
Camioneta (3 años)	8.058,58	5.360.000
Camioneta (2 años)	8.569,75	5.700.000
Camioneta (1 año)	10.689,64	7.109.998
Carritos Aseo (5 años)	0,61	405

A los carritos de aseo se les asigna un valor equivalente a la venta de su peso plástico (13,5 kg).

Tabla de datos (B)

Artículo	Valor de compra U\$	Valor de Compra \$
Triciclos	177,41	118.000
Camion A	84.762,86	56.378.322
Camion B	61.718,55	41.050.856
Neumaticos Camiones	200,40	133.294
Camioneta	12.853,13	8.549.000
Neumaticos camionetas	67,52	44.912
Balanza	514,49	342.202
Bascula	27.532,29	18.312.553
Campana	586,35	390.000
Overol	6,99	4.648
Guantes	1,13	750
Zapatos Segurid	11,43	7.600
Impermeable	6,04	4.018
Polera	2,69	1.792
Gorro	1,08	721
Carritos Aseo	60,31	40.117
Computador	1.503,47	1.000.000
Caseta control	3.535,76	2.351.741
Volante	0,05	35
kg de residuos plasticos	0,05	30
Terreno M2	0,05	30
Obras Civiles	481,11	320.000
Capacitacion \$/hora	7,52	5.000
Seguro Camion \$/año	1.503,47	1.000.000
Seguro Camioneta \$/año	451,04	300.000

Distribución de volantes:

Cada repartidor entrega 300 volantes/hora durante 6 Horas Diarias

Costo incluyegastos de reparto.

Tabla de datos (C)

Item	U\$/litro	\$/litro	Cambio de Lubricante	Litros
Gasolina 97	0,71	473	Camion	40
Diesel	0,46	303	Camioneta	10
Lubricante Motor Camion	2,56	1.700	Ajuste motor	U\$
Lubricante Motor Camioneta	3,15	2.096	Camioneta	902,08
Lubricante M camioneta CGN	3,15	2.096		\$
Gas Licuado	0,30	200	Camion	600.000
Item	U\$/m3	\$/M3		2.405,54
Gas natural	0,24	160		\$
Equivalencia				
1,13 lt gasolina=1m3 gas				1.600.000
Rendimiento Combustibles				
	Km/lt			U\$/hora
Camion	4	Camion-Camioneta		6,77
Camioneta a gasolina	10	Otros		\$/mes
Camioneta GLP	9	Triciclos		7,52
Rendimiento combustibles	Km/m3	Bascula		300,69
Camioneta GNC	11	Mantencion Campanas		11,28
Rendimiento Lubricante	Km	Vehiculo	Horas de Mantención/año	
Camion-camioneta	4.000	Camion-Camioneta	48	
Rendimiento Neumaticos	Km	Vehiculo	Kilometraje anual	
Camion	100.000	Camion-camioneta	99.900	
Camioneta	33.300			

Los costos por lubricante de motor incluyen costo de filtro de aceite.

El gas licuado se calcula con un 25% más costoso que el gas natural.

El ajuste motor se realizaría cada 400.000Km o cada 4 años.

La mantención se calcula con un aumento porcentual anualde acuerdo a la vida útil de cada activo.

Tabla de Datos (D)

Arriendo	U\$/mes	\$/mes
Gigantografía Unipol	2.572,43	1.711.000
Gigantografía Magnum	1.112,35	739.858
Paleta	1.082,19	719.800
Aviso en Paradero	354,82	236.000
Terreno (M2)	0,05	30
Contenedores (30m3)	60,14	40.000
	U\$/viaje	\$/viaje
Camion (14m3)	75,05	49.920
Camion (19m3)(1viaje)	52,62	35.000
Residuo	%peso	% peso componentes reciclables
Orgánico	49,0%	
Papel y carton	19,0%	57,58%
Plastico	10,0%	30,30%
Vidrios	2,0%	6,06%
Metales	2,0%	6,06%
Textiles	4,0%	
Escorias cenizas	6,0%	
Otros	8,0%	
Porcentaje en peso de reciclables	33,0%	100,00%
Compactacion residuos	Ton/m3	
Media	0,451	
Alta	0,6	
En Camion compactador	0,297	
Rechazo	Volumen (m3)	Ton/viaje
Camion 14 m3	14	6,314
Camion 19 m3	19	8,569
Contenedor 30 m3	30	13,53
Camion 14 m3 reciclables	14	1,938
Camion 19 m3 reciclables	19	2,630
Cap. de carga (plasticos)	M3	Ton
Triciclos	1	0,065
Camion compactador	14	4,158
Camion compactador	19	5,643
Contenedor	30	1,95
Campana	3	0,2145
Cap carga reciclables sin compactación	M3	Ton
Triciclos	1	0,138428571
Camion	14	1,938
Camion	19	2,630142857
Contenedor	30	4,152857143

Carga: cada triciclo hace 3 viajes/dia con un total de 100 Kg de Plastico

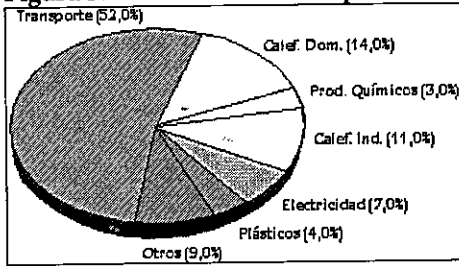
Tabla de datos (E)

Densidad Residuos	Ton/m3	Valor Mínimo US\$/ton	\$/Ton	% peso de reciclables
Restos comida	0,291	0,00	0	0
Papel	0,089	11,28	7.500	19,2%
Carton	0,05	39,84	26.500	38,4%
Plasticos	0,065	150,35	100.000	30,3%
Textiles	0,065	0,00	0	0
Goma	0,131	0,00	0	0
Cuero	0,16	0,00	0	0
Restos jardin	0,101	0,00	0	0
Madera	0,237	0,00	0	0
Vidrio	0,196	12,03	8.000	6,1%
Latas hojalata	0,089	18,04	12.000	2,5%
Aluminio	0,16	306,71	204.000	1,0%
Otros metales	0,32	18,04	12.000	2,5%
Cenizas	0,481	0,00	0	0
RSD	0,173928571			
Residuos reciclables	0,138428571			
		Peor escenario		
	Precio de venta US\$	\$	US\$/Ton	\$/Ton
Reciclables				
Papel	2,2	1.439,3	17,3	11.514
Carton	15,3	10.170,7	30,6	20.341
Plasticos	45,6	30.300,0	45,6	30.300
Vidrio	0,7	484,8	1,8	1.212
Latas hojalata	0,5	303,6	11,4	7.590
Aluminio	3,1	2.040,0	7,5	5.000
Otros metales	0,5	303,6	11,4	7.590
Total	67,7	45.042,0	125,6	83.547
		Mejor escenario		

El peso del cartón se estima como el doble en peso que el papel recolectado.

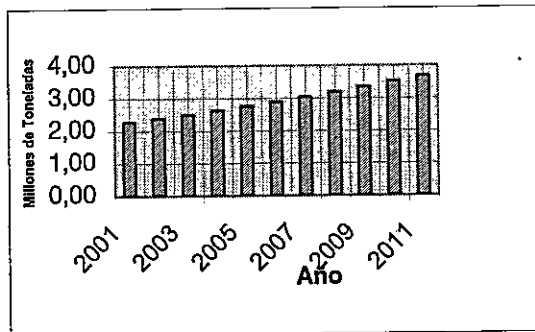
ANEXO 3

Figura N° 1: Uso mundial del petróleo.



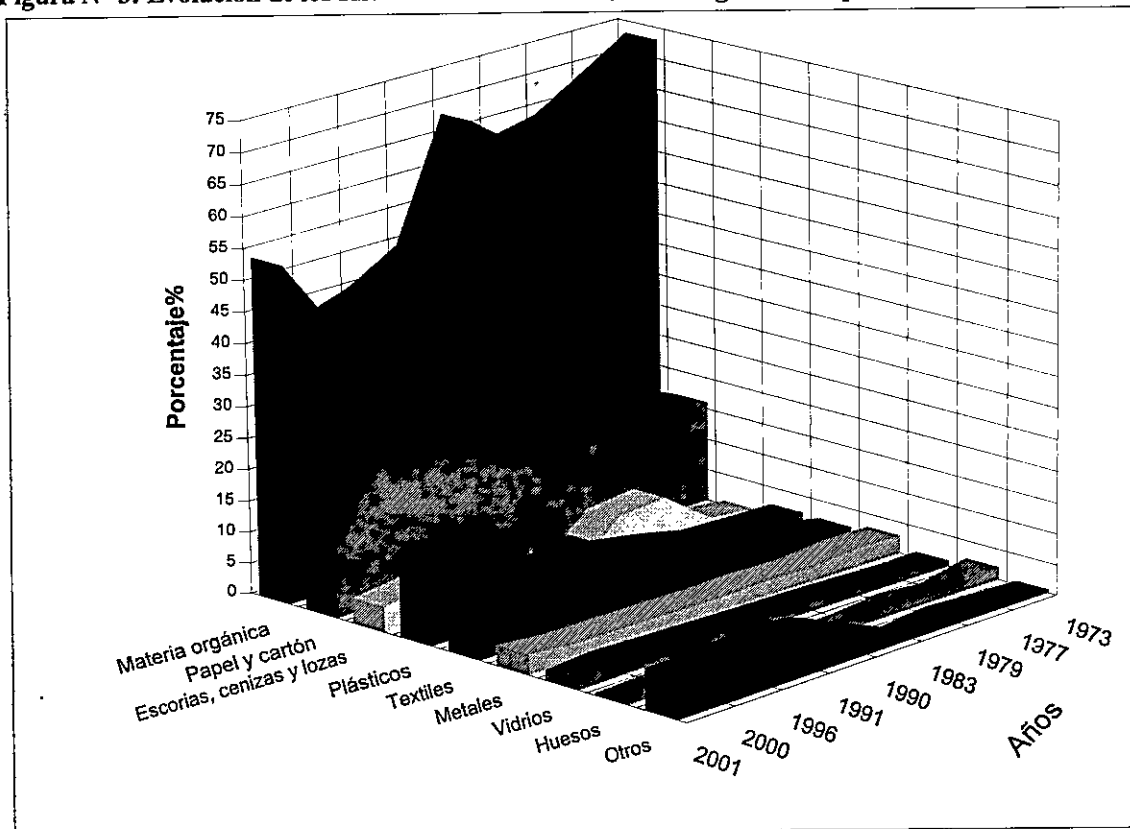
Fuente: Council of European Professional Informatics Societies. (CEPIS). 2002.

Figura N° 2: Estimación de la generación futura de residuos sólidos domiciliarios para la Región Metropolitana.



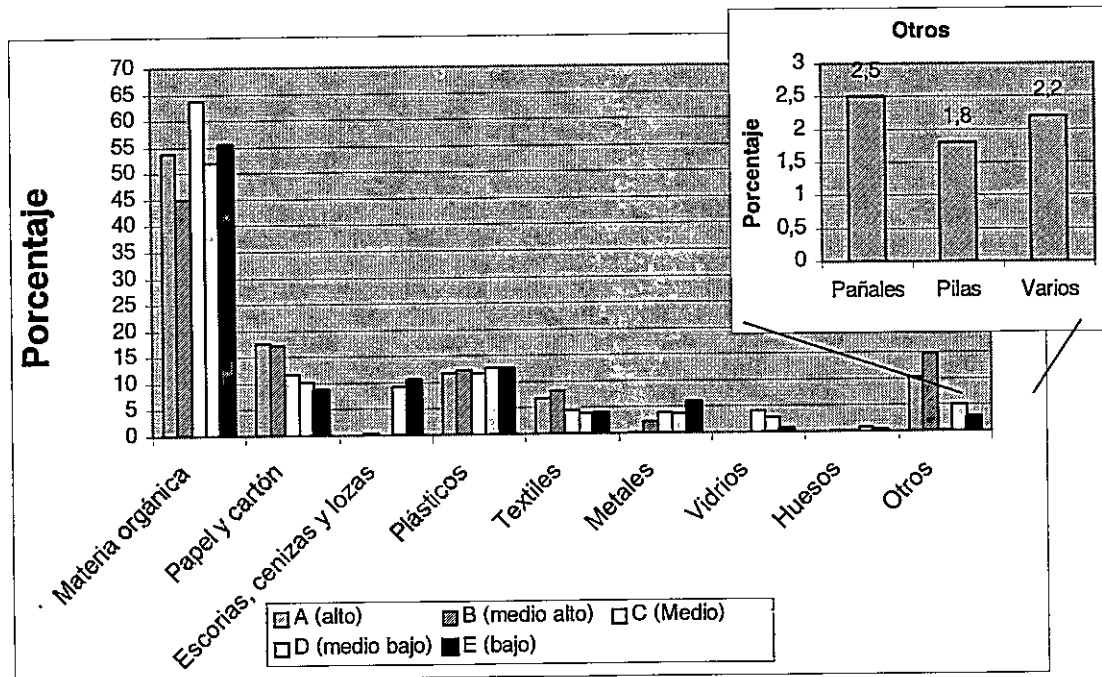
Fuente: SESMA, 2002. estimación de una tasa de aumento del 5% anual.

Figura N° 3: Evolución de los RSD desde 1973 al 2002, en la Región Metropolitana.



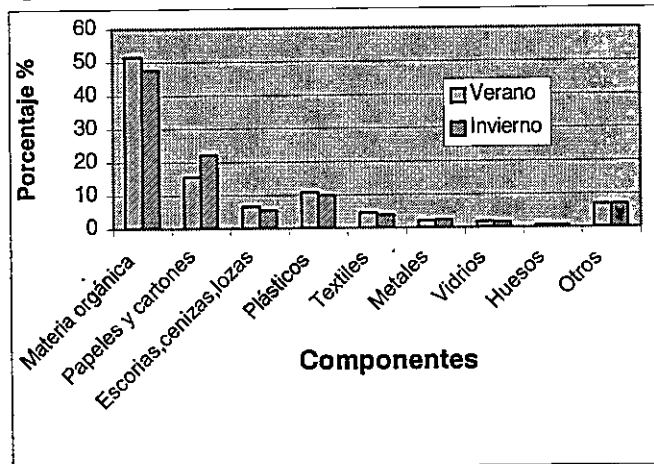
Fuente: Orccosupa, 2002.

Figura N° 4: Composición porcentual de RSD según estratos socioeconómicos, 2002.



Fuente: Orcosupa, 2002.

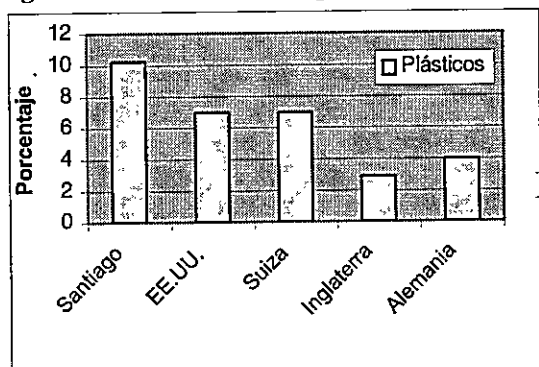
Figura N° 5: Producción de RSD verano- invierno en Santiago, 2002.



Fuente: Rivas M. Et al. Universidad de Chile, 1992.

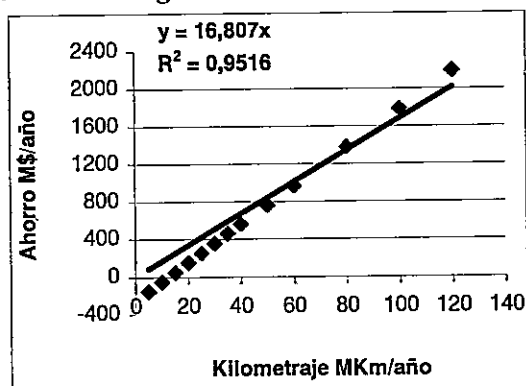
Verano: Entre el 15 de diciembre hasta el 15 de marzo. Invierno: Entre el 15 de junio hasta el 15 de septiembre.

Figura N° 6: Producción de plástico residual en Santiago y otros países, 1995.



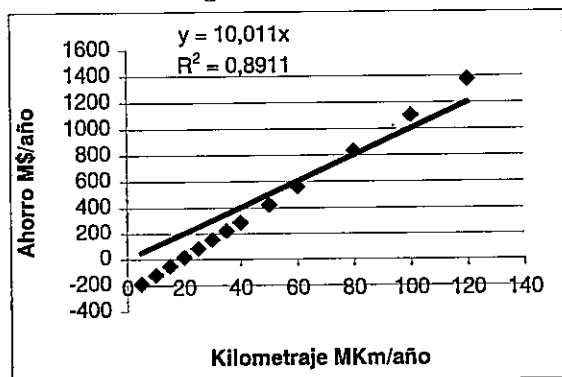
Fuente: www.emeres.cl

Figura N° 7: Ahorros en consumo de combustible en camionetas GLP, considerando un rendimiento de 8 Km/litro de gasolina.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del simulador de GLP⁵.







Figura N° 8: Ahorros en consumo de combustible en camionetas CGL, considerando un rendimiento de 12 Km/litro de gasolina.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el simulador GLP.

⁵ www.abastible.cl

Tabla N° 1: Tipos de plásticos y sus aplicaciones.

Nombre/Tipo	Características	Usos y Aplicaciones
 PET PoliEtilentereftalato	<p>Se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por poli condensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.</p>	<p>Envases para refrescos, aceites, agua, cosméticos, frascos varios, películas transparentes, fibras textiles, envases al vacío, bolsas para horno, cintas de vídeo y audio, películas radiográficas.</p>
 PEAD(HDPE) PoliEtileno de Alta Densidad	<p>El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Rotomoldeo.</p>	<p>Envases para detergentes, aceites automotores, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, refrescos y cervezas, cubetas para pintura, helados, aceites, tambores, tubería para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.</p>
 PVC PoliVinilCloruro	<p>Se produce a partir de gas y cloruro de sodio. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles (Inyección - Extrusión - Soplado).</p>	<p>Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa. Perfiles para marcos de ventanas, puertas, cañería para desagües domiciliarios y de redes, mangueras, blister para medicamentos, pilas, juguetes, envolturas para golosinas, películas flexibles para envasado, rollos de fotos, cables, catéteres, bolsas para sangre.</p>
 PEBD(LDPE) PoliEtileno de Baja Densidad	<p>Se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD es de gran versatilidad y se procesa de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión y Rotomoldeo. Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de envases, sólo o en conjunto con otros materiales y en variadas aplicaciones.</p>	<p>Bolsas para supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc. Pañales, bolsas para suero, contenedores herméticos domésticos. Tubos y pomos (cosméticos, medicamentos y alimentos), tuberías para riego.</p>
 PP Polipropileno	<p>El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y de más baja densidad. Al adicionarle distintas sustancias se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. (El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado y extrusión/termoformado).</p>	<p>Película/Film para alimentos, cigarros, chicles, golosinas. Bolsas tejidas, envases industriales, hilos cabos, cordelería, tubería para agua caliente, jeringas, tapas en general, envases, cajones para bebidas, cubiertas para pintura, helados, telas no tejidas (pañales), alfombras, cajas de batería, defensas y autopartes.</p>
 PS PoliEstireno	<p>PS Cristal: Es un polímero de estireno monómero (derivado del petróleo), transparente y de alto brillo. PS Alto Impacto: Es un polímero de estireno monómero con occlusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto. Ambos PS son fácilmente moldeables a través de procesos de: Inyección y Extrusión/Termoformado.</p>	<p>Botes para lácteos, helados, dulces, envases varios, vasos, bandejas de supermercados, anaqueles, envases, rasuradoras, platos, cubiertos, bandejas, juguetes, casetes, blisters, aislantes.</p>

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4

OPERACION DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES CON TRICICLOS INTERNOS

Los detalles de la estrategia de recolección diseñada constan de los siguientes puntos específicos.

Coordinación

Se deberán conocer las rutas de recolección, los días y las horas de operación de los camiones recolectores y establecer los sectores que serán recorridos, en qué día y en qué horario, de tal manera de generar un programa de recolección semanal, el cual contendrá el día de recolección por sector y el cálculo de recolectores necesarios (de acuerdo al número de personas por sector).

Para lo anterior se estima que un recolector, puede retirar los residuos reciclables de 143 personas, debido a que el peso porcentual de residuos reciclables con respecto a los RSD en general, es del 30% (ver tabla de datos en anexo 2), por lo que si cada habitante produce 1 Kg. de residuos sólidos por día, 300 gramos de éstos serán reciclables, que si se acumulan durante una semana llegan a ser 2,1 Kg. Considerando, que cada recolector puede transportar un máximo de 150 Kg. de papel y cartón por viaje, entonces una estimación razonable sería considerar que como mínimo podría realizar tres viajes diarios con 100 Kg. por viaje o dos viajes con 150 Kg. con materiales reciclables

Los sectores deben ser considerados con una proporción de 1:143, lo que significa que un sector de 13 mil personas debe tener por lo menos a 91 recolectores. Como se consideran 318 recolectores y una recolección semanal por sector, los recolectores cubrirían 3,5 a 4 sectores diarios.

Para satisfacer los requerimientos de la planta de reciclaje, la cantidad de residuos reciclables que deben ser retirados para conseguir las 12 mil toneladas anuales de plástico (considerando el porcentaje de rechazo), debe ser de 39.604 toneladas anuales de residuos reciclables (33,3% del peso de los materiales reciclables

corresponde a plástico, ver tabla de datos en anexo 2), lo que significa que deben retirarse semanalmente 761 toneladas de reciclables, esto implica que la recolección cubre la generación de residuos reciclables de 362.381 personas, esto daría como resultado la formación de 28 sectores con aproximadamente 13 mil personas cada uno.

Capacitación

Dentro de la coordinación se considera también la capacitación de los recolectores. Ésta se realizará durante los tres meses previos a la puesta en marcha del proyecto. La capacitación se realizará cuatro días a la semana en las tardes, durante una hora para grupos de 40 personas aproximadamente. La capacitación será entonces para 2 grupos diarios. Cada grupo tendrá 4 horas de capacitación mensual con un total de 12 horas de capacitación al comenzar a operar el proyecto.

La capacitación se realizará todos los años de operación del proyecto.

Promoción

La campaña promocional se realizará durante los tres meses anteriores a la operación de la recolección. Ésta consistirá básicamente de publicidad en las calles y avenidas de mayor tránsito de personas. La publicidad informará acerca de los residuos que genera la comuna y los beneficios del reciclaje, además se le informará que una vez a la semana se retirarán los residuos reciclables desde el sector donde la persona vive. Otro componente de la campaña serán los volantes entregados puerta a puerta que informarán sectorialmente el día de recolección y los materiales que deben ser seleccionados por las personas y que éstos serán retirados por recolectores asociados a la empresa y municipio, entre otras.

Una vez iniciada la operación de la recolección, la publicidad se mantendrá con los volantes con una entrega de éstos dos veces por mes, e información en la página Web de la empresa y del municipio, además de cualquier otra iniciativa municipal de información a la comunidad, como por ejemplo, en las revistas gratuitas que se reparten en toda la comuna.

Recolección

Los recolectores serán divididos en 4 cuadrillas de 80 recolectores cada una. Cada recolector llevará un número que identifica la cuadrilla y un número personal que lo identificará del resto de su cuadrilla. Estos números irán a los costados del triciclo y serán de un tamaño visible para poder ser distinguidos desde una distancia de 100 metros.

Se exigirá el uso del overol entregado por la empresa, el cual en su espalda también tendrá escrito el número de cuadrilla y recolector en particular.

Cada cuadrilla será supervisada y apoyada por 1 camioneta, la que recorrerá el sector durante las faenas de los recolectores. Esta camioneta prestará apoyo en caso de ocurrirle un accidente a algún recolector y supervisará las faenas, procurando evitar que los recolectores no recolecten en lugares no asignados previamente. Los recolectores irán a sus sectores previamente determinados, los cuales tendrán subsectores para cada recolector, recolectarán los materiales y se dirigirán a la planta para entregar sus materiales, posteriormente volverán a su subsector hasta terminar la recolección de materiales reciclables. Cada recolector recogerá materiales de un subsector diferente todos los días de la semana, el que se repetirá cuatro veces al mes. Cada mes los sectores serán alternados para las cuadrillas, que al cabo de cuatro meses serán nuevamente alternados pero cambiando el subsector en particular dentro de cada cuadrilla. La distribución de los subsectores se llevará a cabo, mediante un registro computacional con un modelo de la recolección y los sectores serán digitalizados e ingresados dentro del modelo y estarán clasificados con numeración. Las cuadrillas también serán organizadas en una planilla electrónica con una fórmula de ordenamiento que le adicione un dígito a cada subsector para cada recolector, dentro de los límites de numeración de cada sector y subsector, de esta forma se tendría programada la recolección de los residuos reciclables para cada mes.

Rendición

La entrega de los materiales recolectados se llevará a cabo en la recepción de la planta, en donde los materiales serán separados y pesados. Se llevará un registro computacional y un registro en libros, en los cuales cada recolector tendrá su ficha personal mensual, con su fotografía, datos personales y números de cuadrilla y personal, en donde se registrarán las cantidades recolectadas por día para cada material.

Cada mes se creará una copia digital en Cd de los registros mensuales, que será archivada como información de respaldo debidamente etiquetado. Los materiales recibidos por la planta, serán almacenados en los patios de acopio.

Se estima que se recibirán sobre 100 toneladas diarias de reciclables, de las cuales 33 toneladas corresponderán a plásticos. Los materiales recolectados diariamente, excepto el plástico, deberán ser recogidos por camiones de las empresas recicladoras respectivas.

Una vez al mes se realizará el pago a los recolectores con la posibilidad de un anticipo quincenal.

El pago consistirá en los \$30/Kg. de plástico más el dinero por la venta de los demás materiales a las recicladoras, sin cobrar comisión por la coordinación ni almacenaje. Se les debe dar el mejor precio posible, para evitar así la venta de éstos materiales a intermediarios que siempre tratan de modificar los precios del mercado para su propio beneficio.⁶

Compra y venta de materiales reciclables

Se comprarán materiales reciclables sólo a los recolectores independientes registrados dentro de la empresa, de esta forma se evita la distorsión por personas ajenas, que quieren lucrar. Esto no significa monopolizar la recolección, sino más bien regularizarla y sistematizarla. **Cualquier persona ajena que quiera recolectar podrá acercarse a las oficinas de la planta e ingresar como recolector, siempre y cuando cumpla con los acuerdos preestablecidos.**

⁶ Información dada por cartoneros de la asociación de recolectores independientes de Santiago (ASRI).

También se comprarán los residuos de empresas que soliciten el servicio, que de acuerdo a las cantidades serán retirados por las camionetas de la empresa.

Reciclaje

Una vez ingresado el plástico a la planta, será llevado a la recicladora, para producir pellet plástico, destinado a suplir la demanda de la planta transformadora, la cual producirá artículos e insumos basados en el material plástico heterogéneo reciclado (RHEMAP).

La planta recicladora comenzará a operar una vez que se tenga almacenado dos meses de plástico (2.000 toneladas). Una vez en operación, se hará pellet para una bodega de 1.500 toneladas, y posteriormente comenzará a operar la planta transformadora. En resumen, después de cuatro meses de iniciada la recolección, comenzará a funcionar la planta transformadora.

ASPECTOS LEGALES

La Constitución y el medio ambiente

La Constitución Política de 1980 contiene tres disposiciones que se relacionan con la temática ambiental. El Art. 19 dispone que la Constitución asegura a todas las personas:

- a) El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación (es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza);
- b) El derecho de propiedad que estará limitado por la función social de la propiedad (comprende cuanto exijan los intereses del país, la seguridad nacional, la utilidad y la salubridad públicas y la conservación del patrimonio ambiental);
- c) El que sufra privación, perturbación o amenaza en el legítimo ejercicio del derecho consagrado por el art. 19, 8, en tanto sea afectado por un acto arbitrario e ilegal imputable a una autoridad o

persona determinada, puede, en conformidad con el art. 20, presentar el denominado recurso de protección.

Estas disposiciones constitucionales implican que el tema ambiental, a diferencia de otros aspectos como la política económica, debe ser abordado como un deber del Estado y en consecuencia, se podrán establecer restricciones legales específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades.

LA LEY 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

La LBGMA establece en el Artículo 1 de Las Disposiciones Generales de su Título 1, el mismo Artículo 19 letra a) de la Constitución de 1980. En su Título 2, de los Instrumentos de Gestión Ambiental, Párrafo 1º, De la Educación y la Investigación:

Artículo 6º.- El proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimientos y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos. Esto significa que el Estado cumple un rol fundamental en la educación ambiental de la sociedad, por lo cual un proyecto como el contemplado en este estudio debería ser apoyado por el Estado, ya que contempla educación ambiental para los recolectores y la comunidad en general en conjunto con la ejecución de una actividad productiva basada en el desarrollo sustentable.

Dentro del mismo título pero en el Párrafo 2º del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental:

Artículo 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:

En su letra:

o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos;

Lo que significa que este proyecto, tanto en la recolección como en el proceso de reciclaje deberá ser sometido a una evaluación ambiental por parte de la autoridad respectiva.

Organismos que realizan labores de fiscalización y control ambiental en Chile de implicancia en el proyecto

1. **Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones:** Verificación de normas de emisión vehiculares.
2. **Municipalidades:** Planificación urbana, normas de urbanismo y construcción, entre otras materias.
3. **Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana (SESMA):** Protección de la vida humana; Fiscalizar cumplimiento de normativa; normas ambientales; Planes de Descontaminación; Código Sanitario.
4. **Superintendencia de Servicios Sanitarios:** Fiscalización vertido de RILES; Fiscalización empresas de Servicios Sanitarios; Fiscalización usuarios de los Servicios de Alcantarillados.
5. **Carabineros:** en materia de bosques, pesca, caza, residuos, ruidos, entre otras materias.

Órganos sancionadores

1. **Comisión Nacional o Regional del Medio Ambiente:** art. 64, de la Ley 19.300, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

2. Servicio de Salud de la Región Metropolitana y Servicios de Salud Regionales.

Definiciones

De acuerdo al Artículo 2º de la LBGMA se entenderá como:

1. **Contaminación:** la presencia en el ambiente de sustancias, elementos energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente;
2. **Contaminante:** todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental;
3. **Daño Ambiental:** toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes;
4. **Educación Ambiental:** proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante.
5. **Impacto Ambiental:** la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada;

Por *reciclaje* se entenderá cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas⁷.

Externalidad se considerará como los costos o beneficios que no se hallan incorporados a la

⁷ Existen diversas definiciones de reciclaje, las cuales no serán abordadas en este estudio.

función de producción o de utilidad y que son asumidos pasivamente por terceros sin compensación o pago alguno. Esto sucede de forma sistemática con los recursos naturales y el medio ambiente, ya que carecen de precio que viabilice tal cálculo.

Beneficio social se entenderá como el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, debido a cualquier acción o actividad antrópica, que la contemple o no.

