



**Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Medioambiente
Ingeniería Ambiental**

**“Propuesta de Plan de Manejo para la Fracción Orgánica de los
Residuos Sólidos Domiciliarios, Comuna de Quilpué, Provincia de
Marga- Marga, Región de Valparaíso”.**

Trabajo de Titulación para Optar al Título de Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Javiera Aracena Mansur

Carlos Flores Morales

PROFESOR GUÍA: Dr. Joao Cerqueira Pinto

PROFESOR CO-GUÍA: Jairo Valencia Muñoz

Valparaíso, 2016

Resumen

El presente trabajo de titulación se realizó con el objetivo de generar una propuesta de manejo para la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD) en la comuna de Quilpué, Región de Valparaíso para el aprovechamiento de esta fracción de los residuos y la disminución en los costos de su manejo.

Para llevar a cabo este objetivo fue necesario realizar un diagnóstico de la comuna de Quilpué, en cuanto sus características generales y al manejo de sus residuos. En el cual se determinó que el municipio debe afrontar altos costos en el manejo de ellos, sin ninguna gestión efectiva de aprovechamiento de los residuos que permita su disminución.

Posteriormente, se procedió a realizar la selección de la(s) alternativa(s) de sistemas de valorización. Esto se hizo a través de la búsqueda bibliográfica de las alternativas, junto con las experiencias de otros municipios, la realidad propia de la comuna. Donde se obtuvo como alternativas más idónea las de Compostaje y Lombricultura.

Seleccionada la(s) alternativa(s), se realizó el desarrollo de la propuesta de manejo, generando herramientas para el municipio en el aprovechamiento y valorización económica de la fracción. Luego fue esta propuesta evaluada económicamente, identificando los costos, inversiones e ingresos del plan. Para finalizar la evaluación económica y como conclusión de la propuesta de manejo, se realizó un análisis de sensibilidad, el cual expone que de ser factible económicamente el proyecto se traducirá en beneficios tangibles para el municipio.

En la actualidad se hace necesaria la existencia de planes de manejo, ya que permiten mejorar el aprovechamiento de un residuo permitiendo convertirlo en un recurso. Sin embargo para llevarlo a cabo es imperante la correcta organización, planificación y voluntad de parte de todos los actores involucrados para que resulte exitoso en cualquier parte donde sea implementado.

Índice

1	Introducción	1
2	Planteamiento del Problema.....	5
3	Objetivos.....	6
3.1	Objetivo General.....	6
3.2	Objetivos Específicos	6
4	Revisión Bibliográfica.....	7
4.1	Residuos.....	7
4.1.1	Clasificación por origen	8
4.1.2	Clasificación por tipo	9
4.1.3	Clasificación de la FORSD:	10
4.2	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)	11
4.3	Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios.....	12
4.3.1	Composición de los RSD	12
4.4	Gestión y Manejo de Residuos	13
4.4.1	Gestión de Residuos	13
4.4.2	Manejo de Residuos	17
4.4.3	Ventajas de implementar un plan de manejo de residuos	19
4.4.4	Sistema de Valorización de Residuos	20
4.5	Marco Normativo asociado a Residuos	21
4.6	Posibilidades de Financiamiento	26
4.6.1	Fondos Nacionales de Desarrollo Regional (FNDR).....	26
4.6.2	Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA).....	29
5	Metodología	30
5.1	Diagnóstico de la comuna de Quilpué	30
5.1.1	Levantamiento Características Generales de la Comuna.....	30
5.1.2	Caracterización y Manejo de Residuos.....	30

5.2	Selección de Alternativa(s) de Valorización para la FORSD.....	32
5.2.1	Levantamiento y recopilación de información.....	32
5.2.2	Análisis y Selección de Alternativas.....	33
5.2.3	Investigación de Mercado	35
5.3	Desarrollo de la Propuesta de Plan de Manejo para el aprovechamiento total o parcial de la FORSD.....	37
5.3.1	Análisis Aplicabilidad de Normativa	37
5.3.2	Propuesta de Plan de Manejo	38
5.4	Evaluación de Pre Factibilidad Económica de la Propuesta	39
5.4.1	Estimación de costos, inversión e ingresos de la propuesta.....	39
5.4.2	Realización Flujo de Efectivo	40
5.4.3	Evaluación Económica	40
5.4.4	Análisis de Sensibilidad.....	41
5.5	Resumen Metodología.....	42
6	Resultados	43
6.1	Diagnóstico de la comuna de Quilpué.....	43
6.1.1	Área de Estudio.....	43
6.1.2	Municipalidad de Quilpué	48
6.1.3	Generación de Residuos	54
6.1.4	Caracterización de los Residuos	55
6.1.5	Manejo de Residuos en la comuna.....	57
6.2	Selección de Alternativas de Aprovechamiento de FORSD	63
6.2.1	Alternativas de aprovechamiento de FORSD	63
6.2.2	Experiencias.....	93
6.2.3	Selección de alternativas.....	96
6.2.4	Investigación de Mercado	107
6.3	Propuesta de plan manejo para el aprovechamiento total o parcial de la FORSD. .	111
6.3.1	Identificación normativa chilena aplicable.....	111
6.3.2	Desarrollo de la Propuesta de Manejo de la FOC	115

6.4	Pre factibilidad Económica de la Alternativa Propuesta	135
6.4.1	Costos del plan propuesto.....	135
6.4.2	Ingresos.....	155
6.4.3	Flujo de Caja	156
6.4.4	Análisis de Sensibilidad.....	161
7	Discusión.....	163
8	Conclusiones.....	168
9	Referencias	170
10	Anexos	178
10.1	Anexo I.....	178
10.2	Anexo II.....	180
10.3	Anexo III.....	199
10.4	Anexo IV.	217
10.5	Anexo V.	230
10.6	Anexo VI.	238
10.7	Anexo VII.	265

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición de los residuos sólidos municipales en diversos países de América Latina (%en peso).	2
Tabla 2. Aspectos relevantes Gestión Municipal de RSD.	16
Tabla 3. Marco regulatorio asociado al Manejo de los Residuos Sólidos. Adaptado y basado de Gobierno de Chile, 2013.	25
Tabla 4. Proyectos FNDR Adjudicados y ejecutándose en la Comuna de Quilpué.	29
Tabla 5. Matriz Tipo de Selección de Alternativas.	36
Tabla 6. Distribución y densidad de la población total por zona urbana y rural. Años 2002,2012	45
Tabla 7. Superficie de Áreas Verdes 2011-2012-2013.	45
Tabla 8. Número de empresas por rubro de actividad 2011.	48
Tabla 9. Programas, acciones de la Dirección de Gestión Ambiental, 2013.	50
Tabla 10. Principales Gastos en Aseo, Presupuesto Municipal, 2013- 2015.....	54
Tabla 11. Cantidad recolectada por tipo de residuo.	55
Tabla 12. Aforo de Residuos Comuna de Quilpué.....	56
Tabla 13. Gastos de RSM en las comunas de la Provincia del Marga-Marga.....	57
Tabla 14. Servicio de Recolección, Departamento Aseo y Ornato, I. Municipalidad de Quilpué.	61
Tabla 15. Residuos Orgánicos para compostaje. Fuente. Adaptado de Muñoz, 2012.	68
Tabla 16. Ventajas y desventajas del Compostaje.	70
Tabla 17. Generalidades del proceso de lombricultura.	71
Tabla 18. Residuos aprovechables de la materia orgánica y los residuos no permitidos.....	73
Tabla 19. Ventajas y Desventajas de la Lombricultura.....	75
Tabla 20. Potencial de producción de biogás de determinados residuos.....	78
Tabla 21. Ventajas y desventajas del proceso de digestión anaerobia.....	79
Tabla 22. Ventajas y Desventajas de la Digestión Fermentativa.....	83

Tabla 23. Resumen de los procesos de Pirólisis.	85
Tabla 24. Ventajas y Desventajas de la Pirólisis.	87
Tabla 25. Ventajas y desventajas de la Incineración.	88
Tabla 26. Ventajas y Desventajas del proceso de gasificación.....	92
Tabla 27. Resumen de Municipalidades con Tratamientos de Valorización de RSD.	95
Tabla 28. Valoración de Criterios de Selección	99
Tabla 29. Tratamientos de diferentes países europeos (a). Adaptado de Eurostat (2016). ...	101
Tabla 30. Tratamientos de diferentes países europeos (b). Adaptado de Eurostat (2016)....	102
Tabla 31. Matriz de selección de alternativa de tratamiento	106
Tabla 32. Superficie en hectáreas de explotación.....	108
Tabla 33. Características de la composta.	108
Tabla 34. Parámetros estándar de calidad del Humus.....	109
Tabla 35. Precios para el Compost en Chile.	110
Tabla 36. Precios para el Humus en Chile.	111
Tabla 37. Marco regulatorio para el manejo de residuos sólidos.....	112
Tabla 38. Documentación Requerida	116
Tabla 39. Programa para la estructuración e implementación de la ejecución del Plan de Manejo.....	117
Tabla 40. Responsabilidades para la logística de implementación del Plan de Manejo de la FOC.....	119
Tabla 41. Características contenedor FOC.	124
Tabla 42. Flota de camiones para la recolección de la FOC.	125
Tabla 43. Servicio de Retiro y transporte de FOC.....	126
Tabla 44. Registro de control y seguimiento.....	132
Tabla 45. Parámetros para la clasificación del funcionamiento del plan.....	132
Tabla 46. Procedimientos e instructivos del plan de manejo.	134
Tabla 47. Materiales de oficina capacitaciones.....	136
Tabla 48. Costos Campaña Educación Ambiental.	137
Tabla 49. Inversión contenedores para la FOC.....	139

Tabla 50. Costos de Construcción de la Planta de Compostaje-Lombricultura.	140
Tabla 51. Resumen maquinarias a utilizar en la Planta Compostaje-Lombricultura.	141
Tabla 52. Distancias recorridas por el mini cargador para cada operación requerida.	142
Tabla 53. Horas trabajadas por el mini cargador.	143
Tabla 54. Velocidades del tractor.	143
Tabla 55. Horas de trabajo tractor.	144
Tabla 56. Mantenimiento mini cargador y tractor.	144
Tabla 57. Costo mantenimiento de cada maquinaria.	145
Tabla 58. Mantenciones para cada maquinaria.	145
Tabla 59. Rendimiento maquinaria consumo de combustible.	146
Tabla 60. Consumo de combustible de las maquinarias.	146
Tabla 61. Variación Índice Precio al Consumidor 210-2015.	147
Tabla 62. Costo de combustible maquinaria.	147
Tabla 63. Sueldo jefe de operaciones.	148
Tabla 64. Sueldos operarios maquinaria.	148
Tabla 65. Sueldos personal zona de acopio.	149
Tabla 66. Sueldo personal zona de compostaje y lombricultura.	149
Tabla 67. Sueldo personal zona de afino, envasado y almacenamiento.	150
Tabla 68. Sueldo Mecánico Planta Compostaje-Lombricultura.	150
Tabla 69. Costo Servicio Aseo Industrial y mantenimiento de Planta Compostaje-Lombricultura.	150
Tabla 70. Características de la bomba de agua.	151
Tabla 71. Consumo de electricidad de bomba de agua.	152
Tabla 72. Tarifa consumo de electricidad Comuna de Quilpué.	152
Tabla 73. Gasto anual de la bomba de agua.	152
Tabla 74. Tarifa de consumo de Agua potable comuna de Quilpué.	153
Tabla 75. Gastos por consumo de Electricidad y Agua en la Planta de Compostaje-Lombricultura.	153
Tabla 76. Insumos para la propuesta.	154

Tabla 77. Calculo de Precio para Compost y Humus.....	155
Tabla 78. Resumen Ingreso Compost- Humus.	156
Tabla 79. Depreciaciones Tributarias de la propuesta.	159
Tabla 80. Flujo de caja de la Propuesta	160
Tabla 81. Indicadores Económicas del Proyecto	161
Tabla 82. Calendarización.....	179
Tabla 83. Normativa aplicable D.S. 4740/47 Reglamento Sobre normas Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.	199
Tabla 84. Lista de Cumplimiento Legal.....	214
Tabla 85. Permisos Sectoriales Ambientales.....	218
Tabla 86. Densidad de fases intermedias del Proceso de Compostaje.....	220
Tabla 87. Dimensiones recomendadas pila de compostaje.	221
Tabla 88. Dimensiones de la pila de Compostaje.....	222
Tabla 89. Resumen superficie planta tratamiento FORSD	226
Tabla 90. Maquinarias utilizadas en la planta de compostaje-lombricultura.....	227
Tabla 91. Operarios planta de Compostaje-Lombricultura.....	227
Tabla 92. Producción de Compost, Humus y lombrices.....	228
Tabla 93. Habitantes por años comuna de Quilpué.	231
Tabla 94. Habitantes proyectados para el año 2015 a 2024.....	232
Tabla 95. Generación RSD por Estratos Socioeconómicos.....	232
Tabla 96. Tramos de sueldos totales y por género.	233
Tabla 97. Adaptación de Estrato socioeconómicos.....	233
Tabla 98. Cantidad de habitantes y porcentajes por estratos socioeconómicos.....	233
Tabla 99. Generación per cápita de RSD.	234
Tabla 100. Proyección de la generación de RSD para la comuna de Quilpué.....	234
Tabla 101. Estimación de costos de Recolección y disposición por Generación de RSD.	235
Tabla 102. Costos de recolección y disposición final de los RSD.....	235
Tabla 103. Costos por recolección y disposición final de RSD.....	237

Índice de Figuras

Figura 1. Generación de Residuos Sólidos en Chile (año 2000 al 2009).	3
Figura 2. Pirámide Jerárquica de Gestión de Residuos.	14
Figura 3. Esquema del Sistema de Manejo.	17
Figura 4. Etapas requeridas para la obtención de los resultados del objetivo N° 1.	31
Figura 5. Esquema Levantamiento y recopilación de información.	32
Figura 6. Esquema Análisis y selección de Alternativas.	33
Figura 7. Esquema de propuesta de plan de manejo.	37
Figura 8. Esquema para dar cumplimiento del cuarto objetivo específico.	39
Figura 9. Resumen Metodología de trabajo.	42
Figura 10. Área Urbana, Comuna de Quilpué.	44
Figura 11. Localización de Microbasurales y áreas verdes según mantenimiento.	46
Figura 12. Sectorización de las Juntas Vecinales.	47
Figura 13. Estructura Dirección de Gestión Ambiental I. Municipalidad de Quilpué.	49
Figura 14. Porcentaje Residuos Generados, comuna de Quilpué.	57
Figura 15. Reciclaje por tipo de residuos.	59
Figura 16. Puntos de Reciclaje comuna de Quilpué	59
Figura 17. Planta de Transferencia, comuna de Quilpué.	60
Figura 18. Recolección de residuos sólidos, Comuna de Quilpué.	62
Figura 19. Proceso de Compostaje.	64
Figura 20. Evolución de la temperatura a través del proceso de compostaje.	67
Figura 21. Etapas de la digestión anaerobia.	77
Figura 22. Rutas tecnológicas para la producción de bioetanol.	81
Figura 23. Diferencias entre procesos de obtención del bioetanol	82
Figura 24. Esquema general del proceso de pirolisis	84
Figura 25. Esquema de una planta de Gasificación	91
Figura 26. Organigrama para el Plan de Manejo de la FOC.	118

Figura 27. Colores de contenedores para distintos residuos.	123
Figura 28. Contenedor tipo para la Fracción Orgánica Compostable de los RSD.	124
Figura 29. Camión con Tolva. Hyundai Camiones ,2016.	125
Figura 30. Resumen Manejo de FOC	131
Figura 31. Variación de VAN respecto a la venta de productos.	162
Figura 32. Ficha de Caracterización de residuos por sector	180
Figura 33. Oficinas DIGA	186
Figura 34. Propaganda “Programa Comunal de Separación de Residuos en Origen”	187
Figura 35. Lechos de lombricultura sin separación de hormigón	188
Figura 36. Pilas de Compostaje.....	190
Figura 37. Compost producido.	190
Figura 38. Sistema obtención Biodiesel y Biodiesel.	191
Figura 39. Talleres Gratuitos	192
Figura 40. Separación de residuos reciclables.....	194
Figura 41. Domo de material reciclado.	195
Figura 42. Domo de material reciclado.	195
Figura 43. Vegetales Picados.	196
Figura 44. Pilas de Compostaje.....	197
Figura 45. Proceso de Arneado	197
Figura 46. Camas de Lombricultura.....	198
Figura 47. Localización de terreno propiedad municipio.	219
Figura 48. Dimensiones de una pila de compostaje.....	223
Figura 49. Dimensiones de batea de vermicompostaje.	225
Figura 50. Diagrama resumen proceso de planta Compostaje-Lombricultura.....	228
Figura 51. Regresión Lineal del Número Habitantes por año.	231
Figura 52. Regresión lineal de costos por recolección	236
Figura 53. Regresión lineal de Costos por Transporte	236
Figura 54 Lineamientos Campaña Educación Ambiental.	267

1 Introducción

Una de las grandes problemáticas ambientales que aquejan a nivel mundial, y que relaciona la variante de la contaminación con el desarrollo de industrias y países, es la generación de residuos sólidos. Cada día aumentan en cantidad y variedad como consecuencia del incremento de la población humana y del desarrollo tecnológico e industrial (Castrillón y Puerta, 2012).

Según los investigadores del Banco Mundial (Avendaño, 2015), para el año 2025 se espera que la generación de residuos sólidos urbanos aumente pasando de 1,2 a 1,4 [kg/habitante] en los próximos 10 años; es así como la producción actual de 1.300 millones [t/año] será de 2.200 millones para el año 2025.

Según Avendaño (2015), entre los problemas que provocan esta alta generación de residuos que se presentan a nivel mundial, destacan los grandes inconvenientes relacionados con la disposición final de estos.

El manejo de los residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe es complejo, y ha evolucionado paralelamente con la urbanización, guiado por un crecimiento económico cada vez más industrializado. Las soluciones parciales que hasta ahora se han hecho efectivas no han logrado abarcar todos los países de la región ni a la mayoría de las ciudades, convirtiéndose en un tema político permanente que en la mayoría de casos genera conflictos sociales.

Según Jaramillo y Zapata (2008), el desarrollo de las sociedades modernas se ha forjado mediante procesos y actividades que llevan implícitos la producción de una gran cantidad de residuos, en su mayoría son orgánicos. En las últimas décadas, la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU), como los desperdicios de alimentos, no representaban un mayor inconveniente ya que su disposición final era en vertederos o incineradores (Amir *et al.*, 2003). Sin embargo, debido a aspectos sanitarios, sociales y ambientales, el interés sobre un manejo adecuado de estos residuos ha ido aumentando (Sharholy *et al.*, 2007). Además muchas tecnologías se han implementado en el tratamiento de la fracción orgánica por su alto valor porcentual dentro de los componentes de los RSU (Nixon *et al.*, 2013).

Haciendo mención a lo anterior, Dante (2001) enuncia que en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la cantidad de materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos supera el 50% del total generado, como se muestra en la Tabla 1, de los cuales aproximadamente el 2% recibe tratamiento adecuado para su aprovechamiento; el resto es confinado en vertederos o rellenos sanitario. Otro porcentaje es dispuesto inadecuadamente en botaderos sin un debido control y procesamiento sanitario.

Tabla 1. Composición de los residuos sólidos municipales en diversos países de América Latina (%en peso).
Fuente. Diagnóstico de la situación del manejo de los Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe. Acurio, 1997.

País	% Materia Orgánica
México	43,0
Costa Rica	58,0
El Salvador	42,0
Perú	50,0
Chile	49,0
Guatemala	63,3
Colombia	52,3
Uruguay	56,0
Bolivia	59,5
Ecuador	71,4
Paraguay	56,6
Argentina	53,2
Trinidad y Tobago	27,0

En Chile, el manejo de los residuos ha estado presente como preocupación en los distintos sectores sociales, aunque sin solución efectiva. El crecimiento de la población, junto con el desarrollo económico y productivo nacional ha tenido un aumento acelerado en los últimos años (CONAMA,2010),incrementando el consumo de bienes y servicios por parte de la población. Este crecimiento ha influido directamente en un aumento exponencial de la generación de residuos sólidos.

La cantidad de residuos sólidos generados en el período 2000-2009, como muestra la Figura 1, ha experimentado un crecimiento estimado del 42%, pasando de 11,9 a 16,9 millones de toneladas. Para el año 2009, la generación estimada de residuos sólidos municipales (RSM) correspondió a 6,5 millones de toneladas, que representan al 38,5% del total de residuos sólidos.

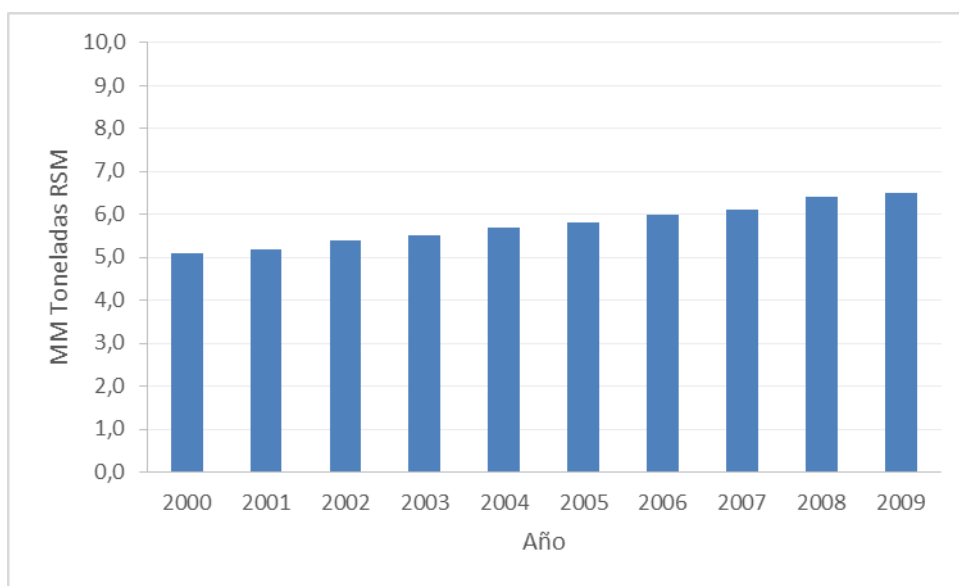


Figura 1. Generación de Residuos Sólidos en Chile (año 2000 al 2009).

Fuente. *Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA, 2010.*

Considerando lo anterior, en el ámbito local el considerable aumento de estos delegan un desafío para los municipios. Que de acuerdo a la Ley Orgánica Constitucional de las Municipalidades (18.702/2006) son las instituciones en quienes recae la responsabilidad de gestionarlos de manera correcta. Pese a esto, muchas veces estas responsabilidades no son cumplidas a cabalidad, como lo indicado por un estudio efectuado por el CEARS, (2014). En el año 2015 se realizó un catastro del manejo de residuos en 235 Municipalidades de todo el país, y se determinó que solo un 20% de las municipalidades cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos a largo plazo, lo cual da indicios que la temática de los RSD aún necesita ser más trabajada por parte de las entidades públicas, que pueden corregir estas deficiencias, perfeccionando la normativa e institucionalidad sanitaria y ambiental vigente, como también mejorando el sistema de fiscalización (CONAMA, 2005).

Para ejemplificar, en la Región Metropolitana se generan 2,5 millones de toneladas de residuos, donde el 45,7% del peso total corresponde a residuos orgánicos (CONAMA y PUCV, 2006), esto se replica en muchas regiones y ciudades del país en donde la fracción orgánica representa un alto porcentaje del total de residuos, donde su creciente generación ha resultado en una importante preocupación por parte de los distintos sectores sociales y productivos del país, debido a lo compleja que resulta su manipulación y almacenamiento (Arellano y Ginocchio, 2013).

La comuna de Quilpué no está ajena a la problemática nacional, donde el aumento de los residuos y su bajo aprovechamiento conllevan a un gasto significativo para el presupuesto municipal, en donde parte importante de las arcas municipales son destinadas al manejo de los residuos sin un previo tratamiento. Es por lo anterior que el presente trabajo busca generar una propuesta de plan de manejo para Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD) para dar una posible solución al problema presentado por el municipio.

2 Planteamiento del Problema

Actualmente, la gran cantidad de generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), junto a su bajo aprovechamiento, conlleva a un gran problema para los municipios a largo del país, ya que, es este organismo quien debe hacerse cargo del manejo de los residuos de la comuna, y como principal problema de ello, sortear sus elevados costos en recolección, transporte y disposición final.

La comuna de Quilpué, no está exenta de esta situación, ya que debe afrontar un costo superior a dos mil millones de pesos anualmente en el manejo de sus residuos, lo que genera inquietud sobre el escenario futuro en su gestión.

El municipio busca revertir este problema a través de acciones concretas en este tema, pero actualmente enfocados en mayor medida a residuos inorgánicos, quedando desplazada la Fracción Orgánica de los residuos. Es por anterior que el municipio dejó en manifiesto su interés por implementar un plan de manejo con enfoque en esta fracción, que promueva prácticas y procedimientos para su valorización u aprovechamiento y con ello permita reducir los elevados volúmenes y tonelajes tanto en recolección, transporte como en su disposición final y también agregarle un valor al residuo tratado, lo cual se verá reflejado en la disminución de los costos del proceso en su conjunto, pudiendo así cubrir la problemática planteada por el municipio.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Proponer un Plan de Manejo para la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Domiciliarios para la comuna de Quilpué, Región de Valparaíso.

3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en la comuna de Quilpué, en relación a las características generales y al manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) con enfoque en la Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD).
- Seleccionar una(s) alternativa(s) de valorización para Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD).
- Desarrollar una Propuesta de Plan de Manejo para el aprovechamiento total o parcial de Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD).
- Evaluar la Pre factibilidad económica de la propuesta diseñada.

4 Revisión Bibliográfica

En este apartado se pretende dar a conocer los principales conceptos que tienen relación con el tema de este estudio.

4.1 Residuos

La Agencia de protección ambiental (EPA) *define residuo como cualquier sólido, semisólido, líquido o material gaseoso contenido en recipientes o depósitos que sea desechado mediante abandono* (EPA, 2003).

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 del DS N°148/03 del Ministerio de Salud, se entenderá por residuo o desecho a sustancias, elementos u objetos que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado eliminar.

Por otra parte el Ministerio señala que los residuos son sustancias u objetos que están destinados a ser valorizados o eliminados, por disposiciones de la legislación nacional (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

En el Decreto N°189/05 del Ministerio de Salud, subsecretaría de salud pública, se encuentra la definición de residuos sólidos domiciliarios como los residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en viviendas y en establecimientos tales como edificios habitacionales, locales comerciales, locales de expendio de alimentos, hoteles, establecimientos educacionales y cárceles.

En general, sea cual sea la definición, los residuos pueden ser considerados más que basuras, son una materia prima para distintos mercados, son la fuente de trabajo de un sector que ayuda considerablemente al medio ambiente, como son los recolectores; son una fuente de

energía; y lo más importante, los residuos son elementos que se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

Clasificar los residuos permite abordar los problemas inherentes al manejo de estos, como la separación, acopio, tratamiento y transporte, entre otros. Existen diferentes tipos de clasificaciones de los residuos, tales como, por su origen y por el tipo de residuos.

4.1.1 Clasificación por origen

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine; de acuerdo a esto, los residuos se dividen en (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

- **Residuos Municipales (RM)**¹ - Corresponde a aquellos residuos generados a nivel domiciliario y asimilables, más los residuos de parques y jardines, comercio, obras menores de construcción y demolición, ferias libres, pequeñas industrias, oficinas, colegios, hospitales y barrido de calles, escombros, voluminosos, artículos electrónicos y no electrónicos, restos de ramas y podas y basureros, entre otros;

- **Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)** - Corresponde a aquellos residuos generados en los hogares como consecuencia de actividades domésticas (Ministerio de Desarrollo Social, 2103). En cambio, para Tchobanoglous (1994), los RSD consisten en residuos sólidos orgánicos (combustibles) y en inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales.

- **Residuos asimilables (RDA)** - Corresponde a aquellos residuos que por su cantidad, naturaleza y/o composición, son similares a los residuos domiciliarios.

¹ Para efectos de este trabajo el concepto de RM será análogo a RSU.

4.1.2 Clasificación por tipo

De acuerdo a la clasificación de los residuos por tipo, los residuos se dividen en (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

- **Residuos Peligrosos (RP)**-Corresponde a aquellos residuos o mezcla de residuos que representan riesgo para la salud de las personas y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto y como consecuencia de sus características de peligrosidad indicadas en el artículo 6° del Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos;
- **Residuos no Peligrosos (RNP)**- Corresponde a aquellos residuos que no reviste las características de un residuo peligroso;
- **Residuos Inertes (RI)** -Corresponde a aquellos residuos no peligrosos o mezcla de residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; no son solubles ni combustibles; no son biodegradables y no afectan negativamente otras materias con las cuales puedan entra en contacto;
- **Residuos con potencial de valorización (RV)**- Corresponde a aquellos que tienen un valor económico y que pueden ser sometidos a un proceso de Reciclaje o Valorización Energética. En el primer caso, puede referirse a residuos reciclables (RR) y en el segundo, a residuos valorizables energéticamente (RVE).
- **Fracción Orgánica Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD)**²- Son desechos orgánicos provenientes de los seres vivos, por lo que son biodegradables, es decir, tienen la

²Para efecto de este trabajo el concepto de Residuos Orgánicos será análogo a la definición de FORSD.

capacidad de fermentar y ocasionar procesos de descomposición. Aunque la naturaleza los puede aprovechar, como parte del ciclo natural de la vida, su acumulación posibilitan la multiplicación de microbios y plagas, convirtiéndose además en potenciales fuentes de contaminación de aire, agua y suelo (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente, 2002).

4.1.3 Clasificación de la FORSD:

La FORSD según su naturaleza y/o característica fuente se clasifican en (Jaramillo y Zapata, 2008):

- **Residuos de alimentos**-Son restos de alimentos que provienen de diversas fuentes, entre ellas: restaurantes, comedores, hogares y otros establecimientos de expendio de alimentos.
- **Estiércol**- Son residuos fecales de animales (ganado) que se aprovechan para su transformación en bio-abono o para la generación de biogás.
- **Restos vegetales**-Son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.
- **Papel y cartón**- Son residuos con un gran potencial para su reciclaje pero que no materia de desarrollo en éste trabajo.
- **Cuero**- Son residuos mayormente derivados de artículos de cuero en desuso.

- **Fracción Orgánica Compostable (FOC)**- Fracción de los residuos que es apta para el proceso de compostajes, tales como, restos vegetales puros.

4.2 Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)

Existen una serie de factores que influyen preponderantemente en la generación de residuos sólidos domiciliarios. La cantidad de residuos producidos en una determinada localidad es variable según los siguientes parámetros (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

- **Nivel de vida de la población**- Crece con éste en una proporción importante;
- **Época del año**- Para igual número de habitantes, generalmente es mínima en verano;
- **Modo de vida de la población**- Está influenciada por la migración diaria entre el centro de la ciudad y la periferia;
- **Movimiento de la población**- Durante los periodos de vacaciones, los fines de semana y los días festivos;
- **Clima**- Aumento de cenizas en invierno, salvo que los medios de calefacción modernos hayan sustituido los tradicionales;
- **Métodos de acondicionamiento de mercancías**- Con la tendencia actual a utilizar envases y embalajes sin retorno.

4.3 Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios

En residuos sólidos, la caracterización responde a la determinación de las principales cualidades y características de la basura. Básicamente consiste en una determinación, en base a porcentajes de los principales elementos que los constituyen, para establecer las cantidades y variaciones de las mismas a través del tiempo, además de la estimación de algunas de sus propiedades físicas (humedad, densidad, etc.) (CONAMA, 2006).

Al igual que en la generación, son diversos los factores que influyen en la composición de los residuos; además de conocer la cantidad de basura generada en las ciudades, es necesario analizar su composición, porque esto contribuirá para la toma de decisiones en la elección de opciones de manejo integral y la disposición responsable. Al cuantificar las concentraciones de elementos potencialmente dañinos se pueden tomar decisiones acerca de reutilización, reciclaje, tratamientos y/o eliminación (ONUFI, 2007).

4.3.1 Composición de los RSD

La composición es un término que se utiliza para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Los residuos sólidos domiciliarios están constituidos por un conjunto de materiales muy heterogéneos. Se puede establecer los siguientes grupos (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

- **Inertes**- Son todas aquellas materias incapaces de ser sometidas a procesos de combustión en condiciones normales, tales como, metales, vidrios, huesos, tierras, cascotes, entre otros; junto con las cenizas obtenidas tras la incineración del

contenido orgánico, forman el total de materias inertes producidas a partir de las basuras;

- **Putrescibles-** Materias orgánicas con elevado contenido de humedad, o capaces de experimentar rápidamente una fermentación indeseable (putrefacción: restos de pescado, restos vegetales, etc.);
- **Fermentables-** Conjunto de materias orgánicas capaces de experimentar un proceso de degradación biológica; están formadas por todas las putrescibles y, además, paja, papel, cartón y demás productos orgánicos. Estas corresponden a la fracción compostable de los RSD;
- **Combustibles-** Son materiales capaces de auto combustionar, sin aporte exterior de energía, como papel, cartón, paja, plásticos, madera. Estos corresponden a la fracción directamente incinerable de los RSD.

Las diferencias que se presentan en la composición de los RSD, entre poblaciones con distintos ingresos y entre estratos socioeconómicos dentro de un mismo país, se debe fundamentalmente a variables conductuales, como hábitos de consumo y a variables institucionales ligadas a los procesos de crecimiento económico.

4.4 Gestión y Manejo de Residuos

4.4.1 Gestión de Residuos

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y

evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas (Tchobanoglous et al., 1994). Asumiendo que los residuos constituyen una consecuencia inevitable de las actividades humanas, este sistema busca que sean manejados adecuadamente para evitar que la salud y el ambiente sean perjudicados por influencia directa de los propios residuos o, de manera indirecta, por la sobreexplotación de los recursos naturales o la excesiva presión sobre la capacidad de asimilación natural del medio (Gaggero & Ordoñez, 2010).

Según lo expresado en la Política Regional de Residuos Sólidos de la Región Metropolitana (CONAMA, 2004) para que sea una gestión sustentable, debe considerar sus operaciones de acuerdo a la estrategia jerarquizada ponderando la prioridad de las actividades en el orden que se las menciona, tal como se ilustra en la Figura 2, la cual promueve la prevención en la generación de residuos y, si su prevención no es posible, fomenta, en este orden, su reutilización, reciclaje, valorización energética, tratamiento y disposición final, para efectos de proteger la salud humana y el medio ambiente (CONAMA, 2010).



Figura 2. Pirámide Jerárquica de Gestión de Residuos.

Fuente. Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales. Ministerio de Desarrollo Social, 2013.

La Pirámide Jerárquica de Gestión de Residuos, considera las siguientes etapas (Ministerio del Medio Ambiente, 2011):

- **Prevención** - Acciones o medidas destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos, y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas que éstos generen;
- **Reutilización** - Acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen;
- **Reciclaje** - Acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética;
- **Valorización Energética** - Empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo;
- **Eliminación** - Acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los residuos en lugares autorizados para ello en conformidad a la normativa vigente.

La gestión de residuos sólidos domiciliarios a nivel municipal incluye el sistema de manejo de los mismos y las políticas asociadas a dar cumplimiento a metas medio ambientales, económicas y sociales. A nivel municipal, los aspectos más relevantes se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Aspectos relevantes Gestión Municipal de RSD.

Fuente. Estructura Plan de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios, Gobierno de Chile, 2001.

Estructura Organizacional	Con el fin de, proveer y organizar los recursos para un eficiente y efectivo funcionamiento del Servicio de Aseo, se debe contar con la estructura organizacional adecuada. Se debe analizar el estado actual de dicha estructura previo a definir necesidad de cambios o mejoras.
Planificación	Esta área comprende los aspectos de organización, programación, control y evaluación y estimación del presupuesto asociado a programas y planes. Actualmente esta planificación se circunscribe a presentar un Programa-Presupuesto Anual, dentro de la cual es conveniente comenzar a incorporar actividades programáticas y planes no tradicionales como por ejemplo reciclaje.
Operación	Comprende el área de contratación (en caso de servicio por parte de un privado) o ejecución de los servicios de recolección y disposición final.
Recursos Humanos	La disponibilidad de los recursos humanos suficientes, para asegurar un servicio apropiado. Es importante que el personal dedicado al tema reciba capacitación, tanto de la parte operacional del servicio como de aspectos administrativos y financieros.
Fiscalización	Los Departamentos o Direcciones de Aseo, deben procurar un control de tipo técnico-inspectivo y de tipo administrativo, para asegurar el cumplimiento de las condiciones pactadas con un tercero, en caso de contar con servicios licitados, o de supervisar el correcto funcionamiento del servicio municipal.
Financiamiento	La política tarifaria debe tender a la recuperación de los dineros gastados por concepto de extracción y disposición final de residuos, con el objetivo de lograr un autofinanciamiento de los servicios.
Tarifa de Aseo	Corresponde al pago que debe realizar los usuarios del servicio de aseo, tanto viviendas como establecimientos comerciales.
Cobranza	Corresponde a cobrar la población que no pague la tarifa de aseo a través de las Contribuciones y que no esté exento por Ley y/o según ordenanza municipal.

4.4.2 Manejo de Residuos

El sistema de manejo corresponde al conjunto de prácticas y procedimientos que conforman un sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en el que están involucrados tanto entidades públicas como privadas por lo que es necesario que todos los componentes se encuentren coordinados y relacionados. Este sistema (Figura 3) consta de una serie de etapas: generación, almacenamiento, recolección y transporte, tratamiento y disposición final.



Figura 3. Esquema del Sistema de Manejo.

Fuente .Estructura de un plan de Gestión de RSD. Gobierno de Chile, 2001.

El proceso de manejo de residuos considera las siguientes etapas (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

- **Recolección** -Corresponde a la operación de recoger residuos, incluido su acopio inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación intermedia, de valorización o de eliminación; esto puede ser, de acuerdo a lo indicado en la ordenanza municipal, puerta a puerta en contenedores unifamiliares o en contenedores que dan servicio a múltiples generadores;
- **Recolección no diferenciada** - La recolección se realiza sin distinguir por tipo de residuo; este tipo de recolección mixta exige algún tipo de clasificación posterior para el aprovechamiento de los materiales valorizables; puede ser mecánica o manual;

- **Recolección diferenciada o selectiva** - Se recogen los residuos separados en origen, con el objeto de transportarlos a una instalación intermedia, de valorización o de eliminación; es también conocida como la recolección “casa a casa”;
- **Transporte** -La etapa de transporte es de completa responsabilidad municipal y corresponde al traslado de los residuos recolectados hasta una instalación de valorización o de eliminación según corresponda;
- **Tratamiento** - En esta etapa se define si el residuo será eliminado o valorizado;
- **Disposición final (relleno sanitario)**-Independiente de la existencia de plantas de tratamiento, siempre es necesario contar con un sistema de disposición final, ya sea para los residuos generados por estos tratamientos o para la disposición directa en terreno de los RSD.

En relación a esta última etapa, existen distintos recintos de disposición final de residuos, los cuales se definen de la siguiente forma(Ministerio del Medio Ambiente, 2011):

- **Relleno Sanitario**-Lugar destinado a la disposición final de residuos que cumple con la legislación vigente (Autorización Sanitaria, de acuerdo al D.S. N° 189, más Resolución de Calificación Ambiental);
- **Vertedero**-Lugar destinado a la disposición final de residuos que no cumplen con la legislación vigente, pero cuentan con Autorización Sanitaria, de acuerdo a la Resolución N° 2.444;

- **Basural y Vertedero Municipal o Urbano**-Lugar destinado a la disposición final de residuos que no cumplen con la legislación vigente y tampoco cuentan con Autorización Sanitaria, de acuerdo a la Resolución N° 2.444.

4.4.3 Ventajas de implementar un plan de manejo de residuos

Dentro de las ventajas de iniciar un plan de gestión de los residuos generados en una institución destacan (Rivas, 2007):

- **Reducir costos a través de la conservación de recursos e insumos**- Se reducirán costos al mediano y largo plazo a partir de la estructuración de gastos en el manejo de los residuos;
- **Encaminar a la empresa en las nuevas políticas ambientales con el fin de mejorar su imagen**- Se podrán generar procedimientos para la gestión de sus residuos, lo que permitirá optimizar su imagen corporativa como institución pública;
- **Evaluación de las alternativas de sustitución, reutilización y reciclaje**- Con una propuesta de manejo de los residuos, se podrán evaluar opciones para su control, seleccionando mediante análisis costo beneficio, la iniciativa más viable;
- **Aplicación de Sistemas de Gestión de Calidad**- Al finalizar procedimientos de manejo de residuos resultantes de procesos productivos se pueden aplicar operaciones de gestión de calidad para optimizar la cadena productiva y contar con una certificación internacional.

4.4.4 Sistema de Valorización de Residuos

Los proyectos de valorización de residuos surgen como una alternativa a la eliminación de éstos mediante su disposición en rellenos sanitarios. Los tipos de proyectos considerados son aquellos que caben en la categoría de valorización de la pirámide de jerarquización del MMA (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

Instalaciones de reutilización- Instalaciones donde se lleva a cabo la reutilización; producto de la naturaleza misma de la acción de reutilización, no se desarrollan proyectos de reutilización de residuos que requieran el uso de infraestructura;

- **Instalaciones de reciclaje-** Instalaciones donde se tratan los residuos reciclables; pueden desarrollarse proyectos de construcción, mejoramiento o ampliación de las mismas;
- **Instalaciones de valorización energética-** Instalaciones donde se tratan los residuos valorizables energéticamente; pueden desarrollarse proyectos de construcción, mejoramiento o ampliación de las mismas;
- **Instalaciones Intermedias-** Son instalaciones donde los residuos son acumulados temporalmente y posteriormente transbordados a camiones de mayor capacidad para ser transportados al lugar donde serán tratados (relleno sanitario, instalación de reciclaje o instalación de valorización energética según corresponda).

En nuestro país, se estima que la tasa de valorización de residuos generados es del orden del 10% del volumen total (CONAMA, 2010); condición muy lejana de lo que ocurre en países europeos y también pertenecientes a la OCDE, como Dinamarca, Holanda o Bélgica, que muestran porcentajes de reutilización y reciclaje de los residuos por sobre el 80% (Badenier, 2014). Sin embargo, los últimos años se han visto impulsadas una serie de iniciativas de

reciclaje en diversas ciudades y comunas del país, destacando las siguientes municipalidades: La Pintana, La Reina, Ñuñoa, Peñalolén, Viña del Mar, Talcahuano, Las Condes y Vitacura.

4.5 Marco Normativo asociado a Residuos

El marco normativo en Chile asociado a residuos sólidos comienza en el año 1947, donde entra en vigencia el Decreto N° 4740/47 del Ministerio del Interior. El Reglamento Sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales entrega la responsabilidad de la limpieza de sitios públicos, además de la recolección y disposición de los residuos sólidos urbanos a las municipalidades. Este decreto representaba un comienzo en lo que a gestión de residuos significaba.

En el año 1968 es promulgado el Código Sanitario (D.F.L. N° 725 del Ministerio de Salud Pública en ese entonces), el cual rige todas las cuestiones relacionadas con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes, y regula aspectos específicos asociados a higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo.

En el año 1994 se aprobó la Ley 19.300 sobre las Bases Generales de Medio Ambiente. En 2001 el D.S N° 95/01 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia establece las disposiciones por las que se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la comunidad, conforme a los preceptos de la ley 19.300.

Con el paso del tiempo y debido a su crecimiento y desarrollo, Chile se vio en la necesidad de ampliar su normativa en cuanto al manejo de los residuos, creándose por ejemplo decretos específicos pertenecientes al marco normativo asociado al código sanitario, como el DS 594/2000 que establece las condiciones sanitarias y ambientales de los lugares de trabajo, el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos (DS 148/2003, MINSAL), entre otros. En el año 2005, a cargo de la CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente) se crea la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) que reconoce el desarrollo

sustentable y proporciona el marco para la integración de Planes de Acción y Estrategias Ambientales de Desarrollo Social y Económico (CONAMA, 2005^a). El contenido de la PGIRS establecía principalmente el diagnóstico general de la gestión de residuos en Chile, en cuanto a su institucionalidad, vacíos legales, fiscalización y la responsabilidad de la ciudadanía respecto a los residuos que genera. Además se fijaron objetivos estratégicos que involucraban acciones a mediano y largo plazo.

En un análisis general de ésta política se cumplieron algunos de los lineamientos propuestos en ese entonces, y otros quedaron modificados por la creación de una nueva institucionalidad ambiental, por lo que se requirió una actualización de ésta política luego de diez años de su divulgación.

En el año 2008 entro en vigencia el D.S. N° 189 del Ministerio de Salud que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.

En el mes de Mayo del año 2010, Chile paso a ser el primer miembro pleno de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en América del Sur; condición que impone un elevado estándar a nuestras políticas públicas en materia ambiental (CONAMA, 2010). En el mismo año, comenzaron a regir dos reglamentos, el D.S. N° 4 del Ministerio Secretaría General de Gobierno para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas, y el D.S. N° 6 del Ministerio de Salud sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud. Ese mismo año también entro en vigencia un tercer decreto; el Decreto N° 78 del Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública, el cual establece las condiciones de almacenamiento y seguridad a las cuales se deben someter las sustancias peligrosas.

Paralelo a esto en el año 2010 se modificó la ley 19.300 de Bases General del Medio Ambiente por la ley 20.417, además se crea el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), quien publica en octubre del mismo año el anteproyecto para la Ley General de Residuos, cuyo

objetivo es regular la gestión sustentable de residuos, orientada a la prevención de generación de residuos y el fomento de su valorización, con el fin de proteger el medio ambiente. Tiene un enfoque en las 3R, (reducir-reutilizar-reciclar), en la valorización de los residuos, en la responsabilidad extendida del productor (REP) y en la gestión de los residuos sólidos municipales.

Bajo el marco de la PGIRS, durante el año 2011 se envió al Congreso Nacional el Proyecto de Ley que establece el marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor, cuyo objetivo es encargarse del diagnóstico del país “incorporando la valorización de los residuos como un elemento primordial en la gestión de los residuos sólidos, e introduciendo en la regulación existente en la materia un instrumento económico que busca generar mecanismos que permitan aumentar los niveles de reciclaje de los residuos que actualmente se disponen en rellenos sanitarios o son depositados en vertederos ilegales” (Gobierno de Chile, 2013).

Más tarde en el año 2012, sale a la luz un nuevo documento el cual lleva por título Política Nacional de Gestión Sustentable de Residuos 2012-2020 (PNGSR), cuyos principales objetivos son (MMA, 2012):

- Promover la gestión sustentable de materiales: A través del enfoque de ciclo de vida, el desarrollo de políticas y estrategias de prevención y valorización sectoriales (normas técnicas), la aplicación de la jerarquía en el manejo de residuos y la inclusión de exigencias en el marco de contratación de las compras públicas verdes.
- Incentivar mejoras en la gestión de residuos: De los residuos municipales, peligrosos, de construcción, los generados en islas y la exportación e importación de residuos.

- Reducir las emisiones de gases efecto invernadero asociadas a la gestión sustentable de materiales.

Además esta política considera otros objetivos transversales y complementarios los cuales son realizar, actualizar y complementar información sobre el manejo de residuos en el país y promover una mayor conciencia ciudadana respecto a la prevención y manejo de residuos.

Con respecto al primer punto, se crea el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) el cual se integra al sistema de Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)(base de datos destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar, analizar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generados en actividades industriales o no industriales o transferidos para su valorización o eliminación), y consiste en una declaración vía portal web que permite a los generadores y destinatarios de residuos (industrias y municipios) a declarar anualmente o en periodos, de acuerdo a lo que impone el Reglamento de RETC (Art. 26, 27, 28) (Tapia, 2014).

En la actualidad se está evaluando la implementación de una nueva política de fomento de la prevención y valorización de los residuos, además se aprobó en el congreso la ley de fomento al reciclaje y responsabilidad extendida del productor (Ley REP), la que declara principalmente que el residuo es considerado como un recurso y su no aprovechamiento provoca un desperdicio, e implica principalmente una estrecha colaboración y retroalimentación entre las instituciones gubernamentales y el sector privado. En Abril de 2015 se aprobó el proyecto de ley en la cámara de Diputados, este establece principalmente algunos elementos básicos, como principios, definiciones y obligaciones de generadores, gestores, consumidores, importadores y exportadores de residuos y por otra parte a productores, consumidores, distribuidores y comercializadores de productos prioritarios (aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, neumáticos, pilas y baterías, etc.). El

proyecto no altera la legislación sanitaria ni municipal existente en materia de residuos, sino que la reconoce y construye sobre ella. Además, la REP obliga a los productores a considerar los costos para el manejo de su producto al momento de convertirse en residuo, generando así un incentivo de prevención.

En la Tabla 3 se presenta el marco regulatorio general que se utiliza para el manejo de los residuos sólidos en Chile, en orden cronológico.

Tabla 3. Marco regulatorio asociado al Manejo de los Residuos Sólidos. Adaptado y basado de Gobierno de Chile, 2013.

Normativa	Nombre
Decreto 4.740/1947, Aprueba el Reglamento Sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.	Establece que Municipalidades dicten, ajustándose a ellas, los Reglamentos necesarios para una efectiva y permanente protección de la salud pública local, en todos los aspectos que las mismas normas les señalan, debiendo consultar, además, la creación y mantenimiento de los Servicios Técnicos Mínimos previstos en el presente decreto.
Decreto con Fuerza de Ley N°725/1967, Código Sanitario.	Establece la normativa relacionada con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de Chile, con excepción de los temas sometidos a otras leyes.
Decreto Ley N° 3.063/1979, Ley de Rentas Municipales.	Se refiere al cobro del servicio municipal de extracción de residuos sólidos domiciliarios. Al respecto, establece criterios para cobro diferenciado; programas ambientales, incluyendo reciclaje; frecuencia o volúmenes de extracción; o las condiciones de accesibilidad; Todos ellos criterios que deben establecerse por cada municipalidad a través de ordenanzas locales.
Constitución Política de la República 1980, Ministerio del Interior.	Establece en su artículo 19 N°8, inserto dentro del Capítulo “De las Garantías y Deberes Constitucionales”, que “La Constitución asegura a todas las personas:....8. El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación”.
Decreto Supremo N° 685/1992 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea.	Regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.
Ley N° 19.300/1994, Ley General de Bases del Medio Ambiente.	Exige evaluación ambiental a ciertos proyectos vinculados al manejo de residuos (artículo 10, letras i, ñ, o) Asimismo, esta ley establece como función del Ministerio de Medio Ambiente proponer políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70, letra g)

Decreto Supremo N° 594/2000 del Ministerio de Salud	Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
Decreto de Fuerza de Ley N° 18.695/2006, Orgánica Constitucional de Municipalidades.	Establece como función privativa de las municipalidades el aseo y ornato de la comuna (artículo 3, letra f) y atribuye a la unidad de medio ambiente, aseo y ornato el servicio de extracción de la basura.
Resolución Exenta N° 12359/2012, Guía Operativa del Programa “Manejo Integral de Residuos Sólidos”, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, Ministerio del Interior.	Establece los términos y condiciones que regirán las actividades que se desarrollarán bajo el “Programa Nacional de Residuos Sólidos” (PNRS) cuyo propósito del PNRS es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de centros urbanos y rurales a nivel nacional, a través de la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo de RSD.

4.6 Posibilidades de Financiamiento

Es importante mencionar que los medios actuales de Financiamiento para el desarrollo de proyectos de manejo integral de RSD se limitan al Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y al *Nationally Appropriate Mitigation Actions* (NAMAs), siendo este último fondo otorgado por el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

4.6.1 Fondos Nacionales de Desarrollo Regional (FNDR)

Es el principal instrumento financiero, mediante el cual el Gobierno Central transfiere recursos fiscales a cada una de las regiones, para la materialización de proyectos y obras de desarrollo e impacto regional, provincial y local. Su administración corresponde principalmente a los Gobiernos Regionales y a la Subsecretaría de Desarrollo regional y Administrativo (Gobierno Regional Región de Valparaíso, 2014). La Constitución Política de la República y, específicamente, la ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional, lo definen como "un programa de inversiones públicas, con fines de compensación territorial, destinado al financiamiento de acciones en los distintos ámbitos de infraestructura social y económica de la región, con el objetivo de obtener un desarrollo territorial armónico y equitativo". Al mismo tiempo, debe procurar mantener un desarrollo compatible con la preservación y mejoramiento del medio ambiente, lo que obliga a los proyectos financiados a través del FNDR a someterse a una evaluación de impacto ambiental.

Las fuentes de recurso de este instrumento son, por una parte, recursos fiscales o propios, dando origen al FNDR - Tradicional y, por otra, el préstamo FNDR - BID del Banco Interamericano de Desarrollo” (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2013).

Por otra parte, el FNDR incluye un conjunto de provisiones, las cuales se generan con el objeto de dar orientación de políticas nacionales sectoriales desde una perspectiva regional. La distribución de éstas, la ejecuta la SUBDERE durante el año presupuestario vigente obedeciendo a metodologías particulares de distribución interregional (Gobierno Regional Región de Valparaíso, 2014). En la actualidad, las principales provisiones establecidas por el Gobierno Regional de la Región de Valparaíso son:

- Saneamiento Sanitario
- Residuos Sólidos
- Puesta en Valor del Patrimonio
- Fondo de Infraestructura Educacional (FIE)
- Fondo para el transporte público (Ley N° 20.378, Art. 4º Transitorio y 5º Permanente)
- Fondo de Inversión y Reversión Regional (Royalty Minero)
- Fondo para la Innovación y Competitividad (FIC)
- Energización

Los proyectos que postulan a este financiamiento pueden ser presentados por los municipios, servicios públicos o empresas del estado, los cuales a su vez deberán ser sometidos al Sistema Nacional de Inversiones (S.N.I), y ajustarse a los plazos y requisitos establecidos.

Para poder acceder a este financiamiento se deben cumplir 6 etapas, que se detallan a continuación:

La institución interesada debe elaborar un proyecto e ingresar la información en el Banco Integrado de Proyectos (BIP), obteniendo así una ficha IDI (Iniciativa de Inversión). Esto se debe realizar en la Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social respectiva (Ministerio de Desarrollo Social, 2014), posterior a esto el proyecto deberá pasar las siguientes etapas para poder acceder al financiamiento del FNDR – Tradicional:

1. Procede la evaluación técnico – económica del proyecto por parte de la Seremi de Desarrollo Social y evaluación de la Seremi del Medio Ambiente cuando corresponda.
2. Obtenida la recomendación técnica favorable (RS) el gobierno regional debe priorizar el proyecto, si dicha iniciativa está contenida en la propuesta que el Intendente Regional presenta al Consejo Regional.
3. Una vez priorizado el proyecto, el GORE crea la respectiva asignación presupuestaria, acto administrativo fundamental para otorgar vida financiera a la iniciativa priorizada.
4. En paralelo, el GORE define qué entidad actuará como Unidad Técnica de la Iniciativa de Inversión priorizada, para lo cual confeccionará un Convenio Mandato Completo e Irrevocable, el cual estipula las obligaciones y deberes del Mandante (GORE) y Mandatado (Unidad Técnica).
5. Es la Unidad Técnica Mandatada la responsable de la licitación, inspección técnica y recepción final de la iniciativa de inversión. En el caso del FNDR - BID, adicional a lo señalado se deben ajustarse a los sectores elegibles y tipologías de inversión del Programa y a los requisitos exigidos en el Reglamento Operativo (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2013).

Los Proyectos que se lograron materializar mediante FNDR en la comuna de Quilpué fueron a cada uno de ellos se le entregaron diferentes montos que permitieron desarrollar el proyecto, esto se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4. Proyectos FNDR Adjudicados y ejecutándose en la Comuna de Quilpué.

Fuente. *Adaptado de Cuenta Pública, I. Municipalidad de Quilpué (2015).*

Proyecto Adjudicado Comuna de Quilpué	Monto Asignado (\$)
Construcción Piscina Villa Olímpica	2.808.848.000
Construcción Cuartel de Bomberos 4 compañía	430.943.000
Proyecto de alcantarillado particular Los Perales, Las Piedras, Los Coligües y Los Quillayes.	475.522.000

4.6.2 Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA)

Las NAMAs son iniciativas concretas para reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) en un determinado país, contempladas en el Convenio Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC) y especificadas en los Acuerdos de Cancún (2010). Pueden ser financiadas domésticamente o con aportes internacionales. También existe la posibilidad que las NAMAs generen créditos de carbono.

La NAMA funcionará a través de licitaciones, cuyos ganadores serán quienes soliciten menor apoyo por tonelada de CO₂e (dióxido de carbono equivalente) generadas. Se contemplan siete licitaciones: las cuatro primeras con respaldo financiero y garantías, y las otras tres con garantías parciales.

Los desarrolladores deberán demostrar la sustentabilidad económica del proyecto (flujo de caja, contratos de provisión de residuos y venta de productos, etc.). Asimismo, el proyecto deberá contar con apoyo de la municipalidad donde se instala; a cambio, el proyecto creará un fondo para apoyar iniciativas de la comunidad y otorgarle tarifas de disposición preferenciales. Se estima que esto fomentará la recuperación de residuos municipales y eventualmente la recuperación en el origen de la materia orgánica.

Actualmente existe desconocimiento sobre la cobertura de este financiamiento, pese a ello el país está incentivando la utilización de este fondo, ya que dentro de su Política de Fomento de la Prevención y Valorización de Residuos 2012-2020 está la de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el año 2020.

5 Metodología

Para cumplir los objetivos establecidos anteriormente, se realizaron diversos procedimientos según las actividades que cada objetivo específico tenía asociado. Este trabajo plantea cuatro objetivos específicos, en este apartado se detalla la metodología de cada uno de ellos.

5.1 Diagnóstico de la comuna de Quilpué

El diagnóstico de la comuna de Quilpué incluye sus características generales, la caracterización y manejo de los RSD generados en la comuna Figura 4.

5.1.1 Levantamiento Características Generales de la Comuna

Para obtener los antecedentes generales de la comuna se revisó documentos de los distintos organismos gubernamentales (Ministerio del Medio Ambiente, INE, CASEN), informes de gobernación regional, informes del municipio (PLADECO), también se adoptó información de otros trabajos de título, e internet (página web del municipio, y a través del portal de transparencia municipal disponibles en la ley de transparencia N° 20.285);

5.1.2 Caracterización y Manejo de Residuos

En cuanto a la caracterización y manejo de los residuos sólidos domiciliarios, con enfoque en el manejo de la fracción orgánica de los residuos domiciliarios, se examinaron informes regionales, informes propio de municipio, tales como, programas y actividades realizados,

talleres, entre otros, junto a esto se recopiló información interactuando con los principales actores involucrados como los Encargados del departamento de Aseo y Ornato y Gestión Ambiental mediante la formulación de entrevistas.



Figura 4. Etapas requeridas para la obtención de los resultados del objetivo N° 1.

5.2 Selección de Alternativa(s) de Valorización para la FORSD

5.2.1 Levantamiento y recopilación de información

Para poder realizar la selección de alternativas de aprovechamiento de la FORSD, se realizó una serie de actividades Figura 5, las cuales se detallan a continuación:



Figura 5.Esquema Levantamiento y recopilación de información.

- Para la búsqueda de las alternativas de tratamiento de estos residuos se realizó una revisión bibliográfica de distintas fuentes de información, entre ellos, planes nacionales, e internacionales, organismos gubernamentales, municipios, algunos eventuales programas estratégicos elaborados como Trabajo de Titulación, entre otros.

- También se realizó una búsqueda de las experiencias nacionales en otros municipios con respecto al manejo de la FORSD, llevado a cabo a través de revisión de documentos bibliográficos como también consultas presenciales a los municipios correspondientes.

5.2.2 Análisis y Selección de Alternativas

Posteriormente, para el análisis y selección de las alternativas (Figura 6) se formularon criterios, definidos a partir diferentes análisis realizados en base a las características de la comuna, requerimientos del municipio y a las alternativas tratamiento anteriormente encontradas.

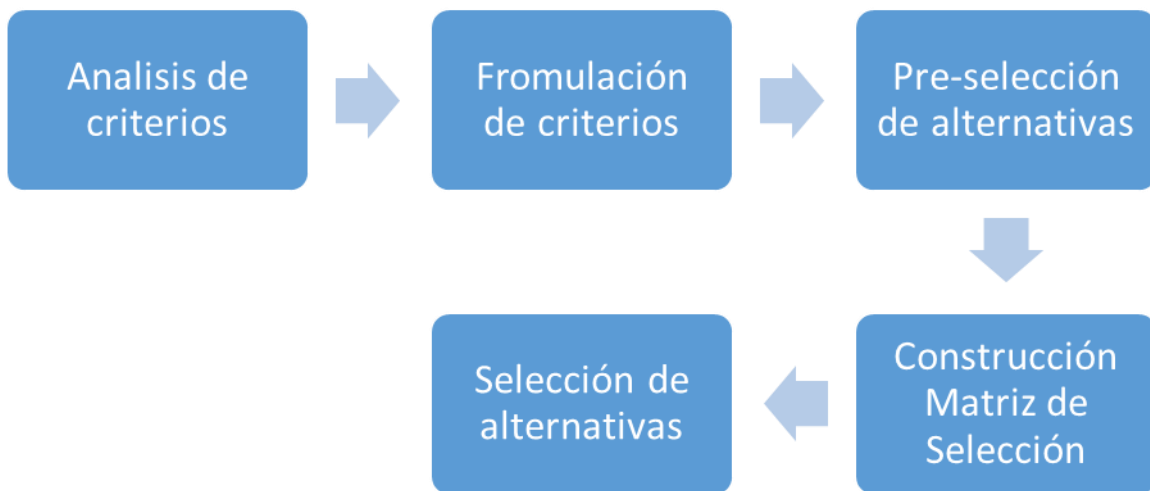


Figura 6.Esquema Análisis y selección de Alternativas.

Los siguientes ítems corresponden a la descripción del esquema y actividades ejecutadas:

- El análisis de los criterios integra el peso otorgado a cada criterio formulado, esto se realizó a través de un análisis en conjunto con un panel de expertos del municipio para establecer las principales directrices para otorgar la importancia en peso a cada uno. A su vez dentro de cada criterio se describieron los intervalos con su correspondiente valoración, al no existir una forma determinada para establecer los intervalos, la solución en este caso fue estimar el número de intervalos que se desean fijar, se consideraron 3 intervalos, a los cuales se les asignó una nota del 1 a 3 (que finalmente corresponde a cada uno de los intervalos).
- Mediante la formulación de estos criterios se realizó una pre-selección de las alternativas de tratamiento de la FORSD, esto se desarrolló a través de revisión bibliográfica para determinar la viabilidad del tratamiento con relación a los criterios planteados.
- Con las alternativas pre-seleccionadas se construyó la matriz (Tabla 5) la cual consta de las alternativas de tratamientos versus los criterios de selección (que serán evaluados con la valoración antes presentada), con ellos se seleccionó el/los tratamiento(s) con menor ponderación, los cuales corresponden a él/los más idóneo(s) por los criterios formulados.

5.2.3 Investigación de Mercado

Finalmente se realizó una investigación de mercado de los productos obtenidos de estos procesos, para identificar los potenciales consumidores de Compost- Humus, las propiedades de estos productos, el precio y los márgenes comerciales.

Para la investigación de mercado se realizaron varias indagaciones como:

- La identificación y caracterización de los potenciales consumidores de los productos del o los tratamientos seleccionados. Esto se realizó a través de revisión bibliográfica, tales como documentos relacionados con las actividades productivas de la comuna, documentos municipales, documentos de la Gobernación Regional, estudios estadísticos relacionados con la producción de la comuna, trabajos de títulos, entre otros.
- Las características de los productos producidos por el o los tratamientos seleccionados, esto se realizó a través de revisión bibliográfica de documentos relacionados con los productos generados, artículos y/o libros especializados en estos productos, páginas web especializadas, entre otros.
- Se determinaron los precios y márgenes comerciales de los productos analizando de paso a las lombrices como sub-producto, esto se hará a través de investigación sobre los precios que tienen los productos en el mercado chileno, con una revisión de las páginas web comerciales que traten con estos productos.

Tabla 5. Matriz Tipo de Selección de Alternativas.

	Alternativas de Tratamientos	Criterios de Selección					
		Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6
Tipos de alternativas	Alternativa 1						
	Alternativa 2						
	Alternativa 3						
	Alternativa 4						
	Alternativa 5						
	Alternativa 6						
	Alternativa 7						

5.3 Desarrollo de la Propuesta de Plan de Manejo para el aprovechamiento total o parcial de la FORSD

Para desarrollar la propuesta de manejo de la FORSD se realizaron las etapas, tal como se ilustran en la Figura 7.



Figura 7.Esquema de propuesta de plan de manejo.

5.3.1 Análisis Aplicabilidad de Normativa

En primer lugar se realizó un análisis de la normativa aplicable chilena, a través de una búsqueda bibliográfica, en documentos autorizados y páginas web oficiales del gobierno, que serán contenidas en tablas especificando cuerpo legal, materia que regula y relación con la propuesta del plan de manejo. También se efectuó un análisis más detallado de alguna de las normativas que a consideración de los autores sea la más relevante. Este análisis se realizó viendo la aplicabilidad de cada uno de los artículos de esta normativa.

5.3.2 Propuesta de Plan de Manejo

Luego se desarrolló la propuesta del plan de manejo, en la cual se establecieron todas las etapas y contenidos que se deben tener en un plan de manejo, las cuales fueron:

- Título del Plan de Manejo: Indica el Título del Plan.
- Objetivo: Indica la finalidad del Plan de Manejo.
- Alcance: Indica todas las actividades, procesos, servicios, etc. a las personas y lugares que la propuesta aplica o hace mención.
- Implementación y funcionamiento: Se divide en tres ítems.
 - Estructura Organizacional: Se determinan los actores de la propuesta.
 - Responsabilidades: Se determinan las responsabilidades de los actores involucrados:
 - Descripción de Funciones: Se determinan todas las actividades y funciones que se realizarán en la propuesta, tales como la separación en origen, recolección diferenciada, el tratamiento o la valorización, y la disposición final.
- Procedimientos e instructivos: Son todos los procedimientos e instructivos que se deben realizar para efectuar de buena manera la propuesta.

Para esta fase se realizó un diseño preliminar de la alternativa de tratamiento o valorización. Se diseñó de acuerdo a las características del tratamiento seleccionado, los recursos disponibles en la comuna, ya sean económicos, operacionales, etc. Se determinaron las zonas de la planta, los procesos realizados y los balances de materia de residuo procesado.

Cada una de estas etapas fue desarrollada en profundidad con los datos obtenidos en los objetivos anteriores, como con el análisis de la normativa y el diseño de la planta de tratamiento o valorización.

Por último, se establecieron los lineamientos de la educación ambiental en donde se determinaron las acciones a seguir para el buen funcionamiento de la propuesta del plan de

manejo para la comuna de Quilpué. Esto se realizó a través de revisión bibliográfica del tema, buscando ejemplos de otras municipalices o identidades asociadas al tema, guía del gobierno regional y nacional, y aplicándolas a la realidad de la comuna.

5.4 Evaluación de Pre Factibilidad Económica de la Propuesta

En la Figura 8 se presenta un esquema en las actividades a desarrollar para la ejecución del objetivo específico 4.



Figura 8.Esquema para dar cumplimiento del cuarto objetivo específico.

5.4.1 Estimación de costos, inversión e ingresos de la propuesta

En esta etapa se evaluaron los costos de todo lo que forma parte de la implementación y funcionamiento del plan. Esto se realizó con valores reales del mercado para cada requerimiento, mediante cotizaciones directas del proveedor que brinda el servicio de los diferentes materiales, maquinarias utilizadas, personal ocupado, sistemas implementados, servicios utilizados, o bien a través de valores referenciales indicados en las páginas web de los distribuidores. De esto se seleccionaron los insumos más convenientes para la realización de la propuesta.

Luego se analizaron los ingresos, que son la venta de los productos de la alternativa seleccionada el ahorro en disposición de FOC de RSD. Esto a través de los precios existentes en el mercado mediante el cálculo del promedio y de los valores mínimos y máximos para el precio de cada producto y la cantidad de producción anual de los mismos. Para el ahorro en disposición quedo determinado mediante el flujo de caja.

5.4.2 Realización Flujo de Efectivo

Se realizó el flujo de efectivo del plan, lo que corresponde al plan de contos e inversión y beneficios que deberá tener en consideración la Ilustre Municipalidad de Quilpué ante la eventual implementación del plan. Este flujo contrasta los ingresos versus los costos en un tiempo determinado, incluyendo en este también todas las consideraciones necesarias, como las depreciaciones, impuesto a la renta, tasa de descuento, entre otras. De este se obtuvo el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los valores representados en el flujo de efectivo se utilizaron en unidades de fomento (UF), ya que esta unidad se incrementa en función del índice de precios al consumidor y se absorben incrementos en servicios e hidrocarburos, por lo que es una metodología adecuada para analizar las situaciones con valor futuro que pueden ayudar a los cálculos en el periodo seleccionado.

5.4.3 Evaluación Económica

La evaluación económica se basará en lo planteado por el Ministerio de Planificación (2006), utilizando el Valor Actual Neto (VAN) como indicador de rentabilidad. Este se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$

Ecuación 1

Dónde:

I_0 = Inversión inicial

BN_t = Beneficio neto del periodo t

n = Horizonte de evaluación

r = Tasa social de descuento

El criterio de decisión la utilizar es el siguiente:

- Si el VAN es positivo: es conveniente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es igual a 0: Es indiferente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es negativo: No es conveniente ejecutar el proyecto

5.4.4 Análisis de Sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad para determinar la conveniencia económica de ejecutar el plan de manejo. Es una evaluación cuantitativa para finalizar el plan de inversión que se propone.

5.5 Resumen Metodología

En la Figura 9 presenta un diagrama de flujo de la metodología de trabajo a ejecutar.

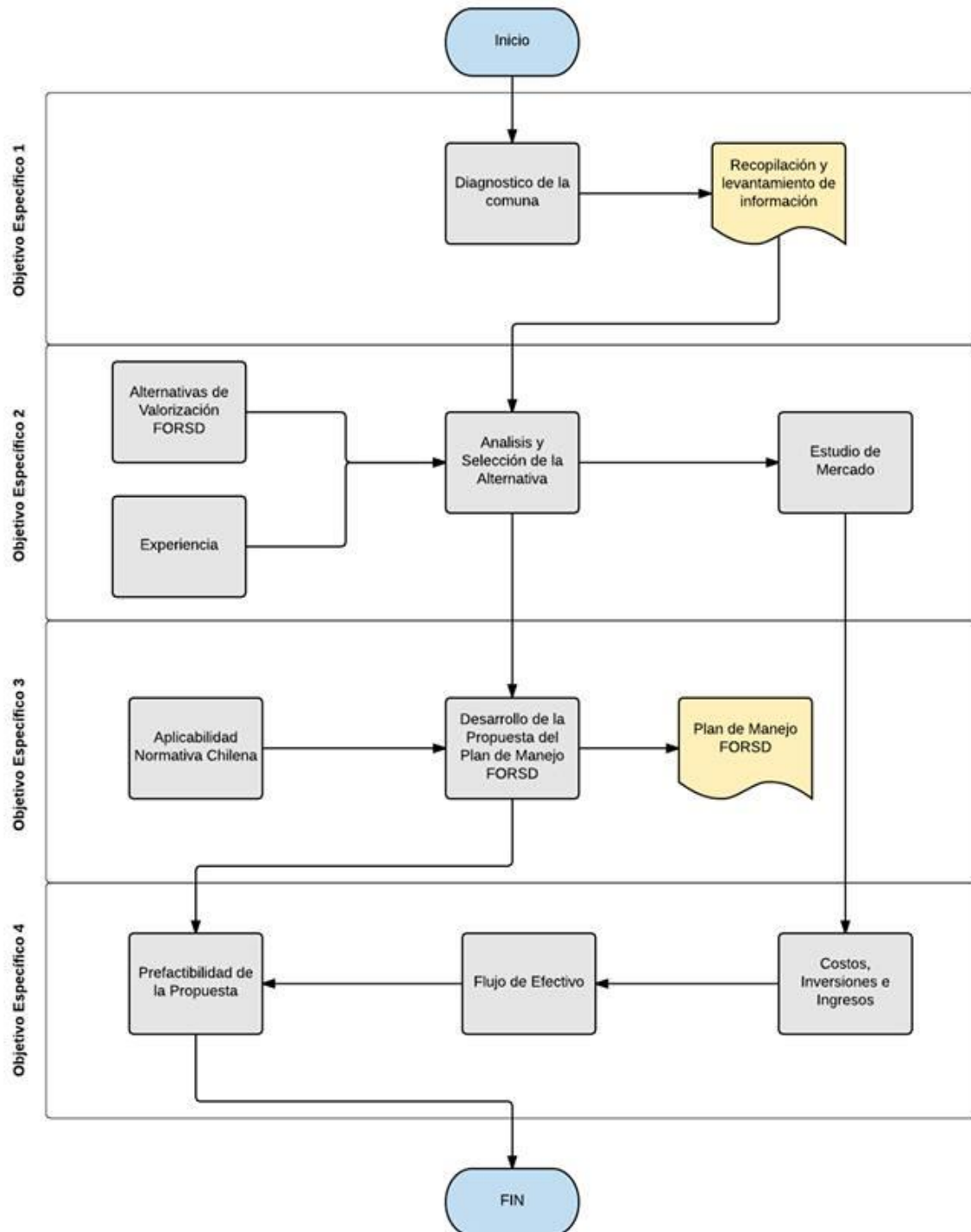


Figura 9. Resumen Metodología de trabajo.

6 Resultados

En este apartado se desarrollan cada uno de los resultados que dan respuesta a los objetivos planteados en este trabajo.

6.1 Diagnóstico de la comuna de Quilpué

En el diagnóstico se expresan los resultados correspondientes al primer objetivo específico del presente trabajo, correspondiente a las características generales de la comuna, manejo de los RSD y manejo de la FORSD.

6.1.1 Área de Estudio

Quilpué es una comuna chilena, capital de la Provincia de Marga-Marga, forma parte de las 38 comunas pertenecientes a la V Región de Valparaíso. Se encuentra cercana a la costa de Chile central en pleno corazón de la Región de Valparaíso, rodeada de otras diez comunas.

Esta comuna cuenta con una superficie de 537 km², presentando una extensa superficie rural, donde se encuentran las localidades de Colliguay (cuenca del Puangue), Los Perales, Los Molles, Los Quillayes, La Retuca, Los Yuyos (Figura 10).

El área urbana de la comuna, está subdividida en 10 sectores, que corresponden a las localidades de Belloto (Norte, Centro y Sur), Centro-Esperanza, Los Pinos, Marga-Marga, Pedro Montt, Pompeya, Retiro- El Sol, Valencia.

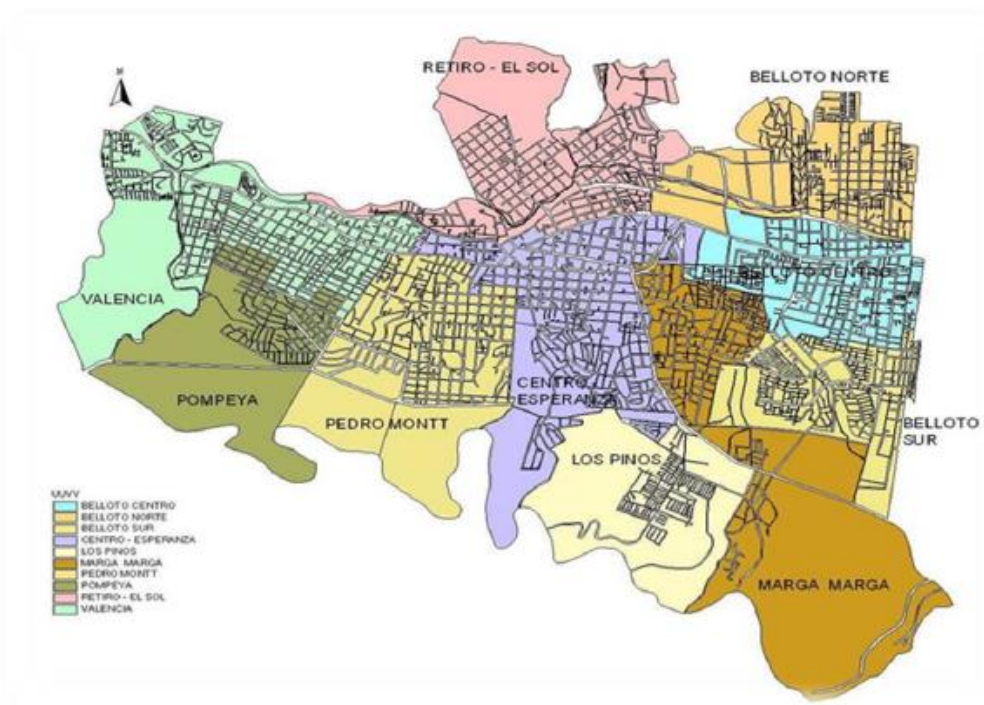


Figura 10. Área Urbana, Comuna de Quilpué.
Fuente. Ilustre Municipalidad de Quilpué.

6.1.1.1 Características Demográficas

Según los datos recolectados en el último censo oficial del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la ciudad presentaba en el año 2002 una población de 128.578 habitantes, de los cuales 61.329 son mujeres y 67.249 hombres.

Quilpué acoge al 8,35% de la población total de la región. Un 1,31% (1.685 habitantes) corresponde a población rural³ y un 98,69% (126.893 habitantes) a población urbana. No obstante lo anterior, se estima que en la actualidad, esta cifra es de 163.759 habitantes.

La población urbana ocupa una pequeña parte del territorio (Tabla 6), donde su densidad corresponde a 5.882 habitantes por Km², mientras que la densidad poblacional en la zona rural es de 3 habitantes por Km².

³En la zona rural se encuentran las localidades de Los perales, Colliguay, Los yuyos, Los Quillayes y Las palmas.

Tabla 6. Distribución y densidad de la población total por zona urbana y rural. Años 2002,2012
 Fuente. Censo 2002 y Proyección de Población 2012.Instituto Nacional de Estadísticas (INE) ,2015.

2002			2012
Población Comunal	Población Urbana	Población Rural	Población Comunal
128.578	126.883	1.695	163.759
Densidad Comunal	Densidad Urbana	Densidad Rural	Densidad Comunal
239	5.882	3	305

6.1.1.2 Clima

La comuna de Quilpué se ubica dentro de la zona central de Chile que está influenciada por el clima de tipo mediterráneo. El clima mediterráneo se caracteriza por tener una fuerte estacionalidad con precipitaciones invernales, el trimestre más frío del año es el de mayor precipitación y con un periodo de aridez de al menos dos meses consecutivos, siendo la estación invernal fría y húmeda, y la estación estival cálida y seca. Este clima mediterráneo define una condición muy favorable para el asentamiento humano, que se nota claramente al comparar el poblamiento en esta zona con la de los valles de más al norte.

6.1.1.3 Áreas Verdes

Estudios realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que lo óptimo es de 9 m² de áreas verdes por habitantes, Quilpué está por debajo de lo recomendado por la OMS con 2 m²/hab., al 2013 (Tabla 7).

Tabla 7.Superficie de Áreas Verdes 2011-2012-2013.
 Fuente. Cuentas Públicas. Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2015.

ESTADO	AÑO 2011		AÑO 2012		AÑO 2013	
	SUPERFICIE(m ²)	m ² /hab.	SUPERFICIE (m ²)	m ² /hab.	SUPERFICIE (m ²)	m ² /hab.
Formación	34.211	0,21	14.425	0,09	6610	0,04
Mantenimiento	324.984	1,98	345.177	2,11	325531	1,98
Total	359.195	2,19	359.602	2,20	332141	2,02

Existen una serie de áreas verdes en la comuna de Quilpué, de las cuales el municipio se ha hecho cargo, con y sin mantenimiento (Figura 11).

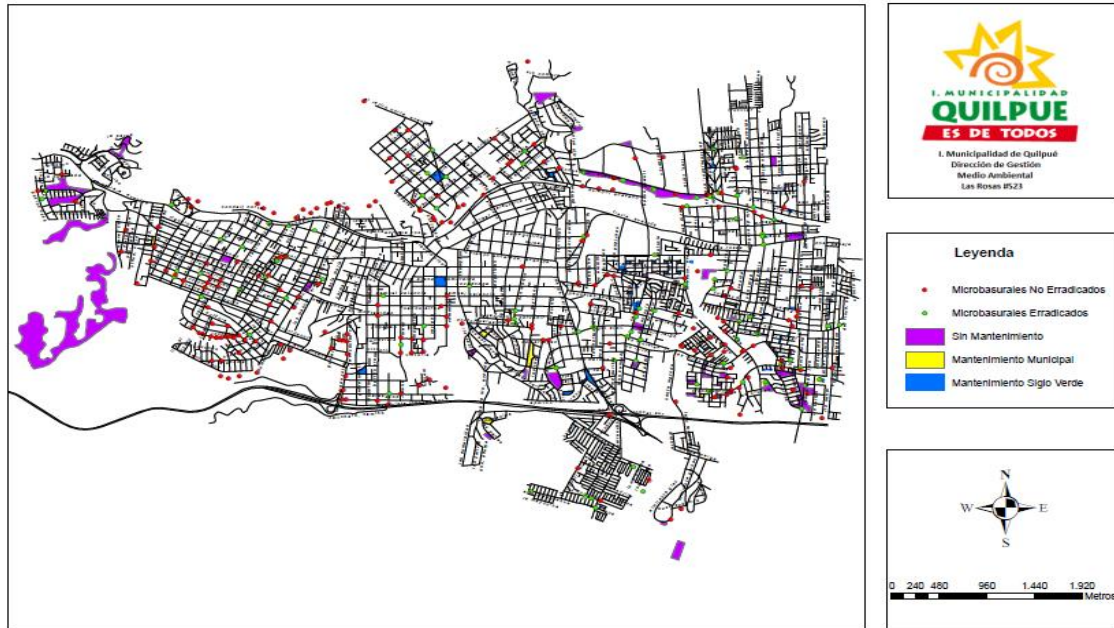


Figura 11. Localización de Microbasurales y áreas verdes según mantenimiento.
Fuente. Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2014.

6.1.1.4 Organizaciones Sociales

De acuerdo al registro de Organizaciones Comunitarias (Figura 12), obtenidas desde sitio Web del Municipio de Quilpué, con vigencia al año 2014, la comuna cuenta con 662 organizaciones sociales en funcionamiento como juntas de vecinos, club deportivo, Centro de padres, Comités de seguridad vecinal, entre otros. Existen en total 126 juntas de vecinos⁴, donde 5 se encuentran en la zona rural. Las organizaciones ligadas al medio ambiente son 15, donde se incluyen agrupaciones protectoras de animales, comités de agua, agrupaciones ecológicas, centros de estudios. Registro de Agrupaciones Ligadas al Medio Ambiente con vigencia al 2014.

⁴ [Sitio Web Municipal, www.quilpue.cl]

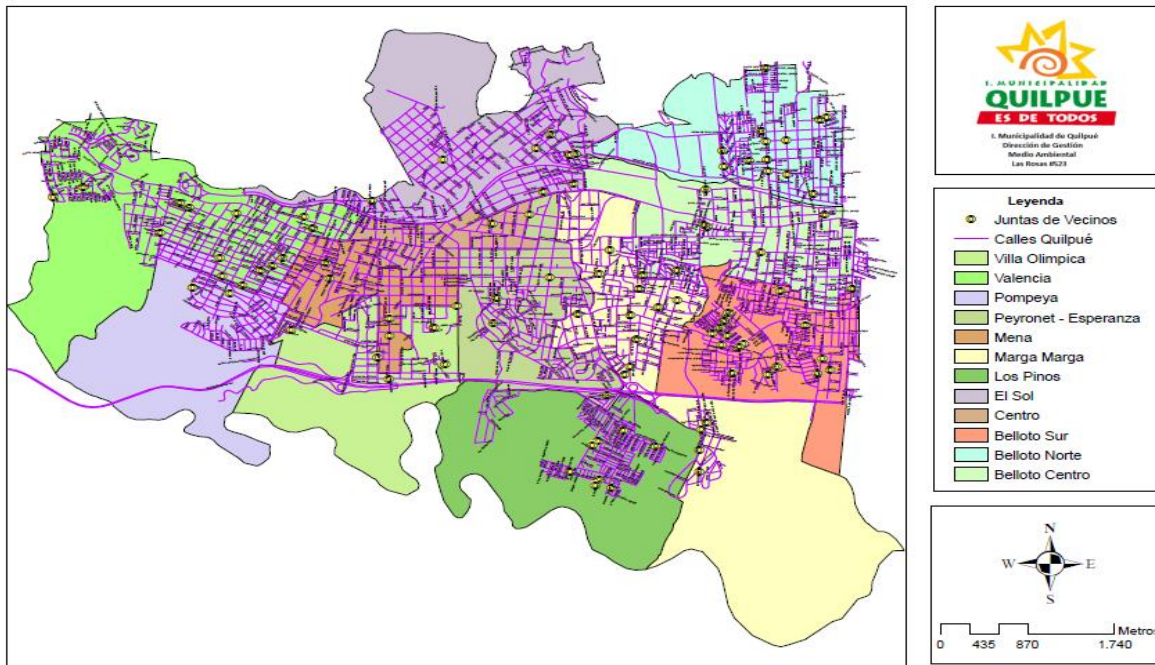


Figura 12. Sectorización de las Juntas Vecinales.
Fuente. Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2014.

6.1.1.5 Actividades Económicas

En cuanto al análisis de las empresas existentes a nivel comunal, hay un total de 6.036, donde el sector comercio es el rubro mayoritario, con un 46,8% del total de las actividades productivas de la comuna. El segundo rubro mayoritario es el transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 13,4%. El tercer rubro mayoritario de la actividad productiva de la comuna es la construcción con un 10,2 %. (Tabla 8)

Tabla 8. Número de empresas por rubro de actividad 2011.

Fuente. Reporte estadístico comunal Quilpué 2011.

RUBRO DE ACTIVIDAD	Nº EMPRESAS	Nº TRABAJADORES	% EMPRESAS
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura	102	1.095	1,7
Industria Manufacturera no metálica	429	3.137	7,1
Industria Manufacturera metálica	248	2.788	4,1
Construcción	617	6.113	10,2
Comercio al por mayor y menor, enseres domésticos	2.825	3.943	46,8
Hoteles y restaurante	202	1.142	3,3
Transporte almacenamiento y comunicaciones	808	722	13,4
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	537	2.648	8,9
Enseñanza	148	4.782	2,5
Servicios sociales y de salud	120	599	2
Total	6.036	27.015	100

6.1.2 Municipalidad de Quilpué

Esta organización administrativa está encabezada por la figura del Alcalde, el cual es asesorado por un Concejo Municipal (normativo, resolutivo y fiscalizador), con el cual determina algunas de las decisiones más importantes en pro del desarrollo comunal.

Actualmente el municipio cuenta con una serie de departamentos, enfocados a las distintas áreas, para cubrir todas las necesidades que requiere la comuna, como la Administración Municipal, Administración y Finanzas, Dirección de Operaciones, Secpla (Secretaría de Planificación) y Dirección de Gestión Ambiental, entre otros.

La Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) fue creada mediante el reglamento N°8 /2013, modificando a la antigua Dirección de Operativa y Aseo. Inicialmente, la unidad ambiental funcionaba como Oficina de Medio Ambiente perteneciente a la Secretaria de Planificación, esta sufrió cambios producto de su incorporación al programa SCAM en el 2012, y en el año 2013 se transforma en la Dirección de Gestión Ambiental. Desde ese mismo año ha trabajado en una serie de proyectos, programas y acciones para cumplir la misión comunal, como también lo estipulado en PLADECO, estrategia ambiental comunal e inquietudes ciudadanas. La dirección de Gestión Ambiental (Figura 13) cuenta con los siguientes servicios:



Figura 13. Estructura Dirección de Gestión Ambiental I. Municipalidad de Quilpué.
Fuente: Dirección Gestión Ambiental, Ilustre Municipalidad de Quilpué 2014.

En los programas ejecutados por Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) al año 2013, destacan los relacionados con educación, reciclaje, aseo, limpieza de micro basurales, detallados en la Tabla 9 con información recopilada desde la cuenta pública de la gestión anual 2013, del sitio web del municipio e información proporcionada desde la DIGA.

Tabla 9. Programas, acciones de la Dirección de Gestión Ambiental, 2013.
Fuente. Sitio Web Municipal, DIGA. Gestión anual, 2013.

PROGRAMA	ACCION
Unidad gestión ambiental	Intervenciones en calidad ambiental (aguas servidas, emisiones humo, ruidos molestos)
Programa reciclaje pilas, vidrio y plástico	149 contenedores reciclaje comunal (PET, tetra ,vidrio ,papel, pilas)
	33 Puntos reciclaje comunal
	Campaña municipal reciclaje papel
	Puntos de recolección de pilas
Higiene ambiental	Desparasitaciones
	Vacunación contra la rabia
	Esterilizaciones
Educación ambiental	Charlas , talleres y salidas educativas
	Bio-ferias y otras actividades
	Reforestaciones en establecimientos
Reforestación comunal	170 árboles instalados en calles
Microbasurales	21 limpiezas de micro basurales y cierres sitios eriazos
	45 Instalación de bateas para residuos no tradicionales.
	4.408 m3 residuos voluminosos recolectados
Áreas verdes	6.610 m2 Formación áreas verdes
	325.531 m2 Mantenición áreas verdes

Por su parte el Departamento de Gestión Ambiental, es la unidad encargada de las siguientes temáticas:

- Educación ambiental;
- Sensibilización ambiental;
- Estudios de impacto ambiental, declaraciones de impacto ambiental;
- Certificación ambiental Municipal.

El municipio dentro de las temáticas mencionadas le da especial énfasis a dos materias, una de ellas es el área de Educación Ambiental, en donde se propone como objetivo educar, para avanzar hacia un modelo de sociedad basado en los principios de la sustentabilidad; desarrollando una ética ambiental que promueva la protección del medio, a través de la participación directa de los ciudadanos y ciudadanas de la comuna.

Esta área incluye un encargado de Educación Ambiental, a honorarios, encargado de la planificación, gestión y ejecución de las actividades, según su programa anual del año 2014, conto con las siguientes iniciativas:

- Talleres de Medio Ambiente a nivel comunal desarrollado en Juntas Vecinales: 11 Talleres de Reciclaje y Compostaje;
- Talleres de Medio Ambiente a nivel de establecimientos educacionales: Ciclo de Talleres de Sustentabilidad en cada uno de los colegios de la Corporación Municipal de Quilpué;
- Formación de Forjadores Ambientales: Establecimiento Gaspar Cabrales;
- Celebración del Día de la Tierra 23 de Abril, Feria de Practicas Sustentables;

- Salidas de Senderismo Interpretativo en conjunto con la Fundación Senderos de Chile; Coordinación de Bio ferias, Mercado Sustentable, realizado en la plaza Municipal.

Por otra parte, se le da importancia al Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), en donde, a contar del año 2012, la Municipalidad de Quilpué participa impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente (actualmente la comuna posee certificación intermedia). El municipio, en su estrategia ambiental comunal para dar cumplimiento al SCAM, ha definido cuatro lineamientos estratégicos en donde indican las acciones realizadas durante el periodo 2014-2015 en cada una de las unidades de la DIGA, así como el nivel de cumplimiento de estas⁵.

Actualmente, la DIGA través de su unidad de Gestión y Educación Ambiental del municipio, se encuentra desarrollando los compromisos adquiridos en la fase previa y diseñando acciones futuras para fortalecer la Gestión Ambiental Local.

6.1.2.1 Instrumentos de Gestión Ambiental Municipal

A continuación, se describen los Instrumentos de Gestión Ambiental Municipal, que cuenta la Municipalidad de Quilpué.

Instrumentos legales

Según con la revisión del listado de ordenanzas municipales, información obtenida desde la página web institucional de la Ilustre Municipalidad de Quilpué, se identificaron los siguientes instrumentos normativos que tienen relación con este trabajo.

⁵[http://www.quilpue.cl/uploads/pagina_20150319103151_resumen_lineas_estrategicas_SCAM_2014_2015.pdf]

Ordenanza N° 2/2015, Tarifa Aseo Domiciliario, vigente a partir del 01/01/2016

Es una ordenanza municipal sobre las condiciones generales para determinar las tarifas de aseo domiciliario, exenciones parciales y totales y sanciones aplicables.

Ordenanza N°1 de 2015 Prórroga del pago y exenciones primera cuota Aseo domiciliario

Da una prórroga a la fecha de vencimiento de la 1ra cuota y exenciones del cobro de aseo domiciliario año 2015, hasta el 29 de mayo del presente.

Instrumentos Económicos

Presupuesto Municipal Anual (PMA)

Dentro del Presupuesto Municipal Anual de la Municipalidad de Quilpué, el área de Gestión Ambiental, no es considerada como eje transversal, ya que no existe un ítem detallado que indique de manera general los gastos generados de la gestión ambiental municipal.

Cabe destacar que de todas formas existen recursos destinados a la Dirección de Gestión Ambiental para la ejecución de planes y programas y proyectos que se desarrollan en la unidad ambiental del municipio.

En la Dirección de Gestión Ambiental (DIGA), los recursos están destinados para la realización de proyectos de las siguientes áreas: conservación ambiental, sostenimiento de la unidad ambiental, reciclaje, educación ambiental, gestión de residuos sólidos; gestión de áreas verdes y espacios públicos; salud ambiental; y educación ambiental. En la Tabla 10 se indica el presupuesto del manejo de residuos comparado del año 2013, 2014 y 2015, a cargo de la Dirección de Gestión Ambiental.

Como se observa en la Tabla 10 el presupuesto destinado a los gastos en servicio de aseo durante el 2013 fue de \$1.854.128.750, el del 2014 \$ 2.231.754.397 y el 2015 fue de 2.259.457.785, observando que existe un alza progresiva en los principales gastos de aseo,

calculando la diferencia se determinó que hay un aumento del presupuesto en un 17,9% en el 2015 con respecto al 2013.

Tabla 10. Principales Gastos en Aseo, Presupuesto Municipal, 2013- 2015.
Fuente. Adaptado de Cuenta Pública 2013-2015, Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2015.

Programas con financiamiento	Presupuesto anual 2013 (M\$)	Presupuesto anual 2014 (M\$)	Presupuesto anual 2015 (M\$)
Recolección Domiciliaria	1.089.087.053	1.459.402.942	1.309.992.412
Disposición Final	347.072.931	347.733.896	513.709.139
Barrido de Calles	417.968.766	424.617.559	435.756.234
Total Gestión Ambiental	1.854.128.750	2.231.754.397	2.259.457.785

6.1.3 Generación de Residuos

La comuna de Quilpué es capital de la Provincia del Marga Marga, esta se ubica en la tercera posición en lo que significa la generación de RSD, luego de grandes comunas como Valparaíso, Viña del Mar (CONAMA, 2010).

Según la cuenta pública del 2015 de la Ilustre Municipalidad de Quilpué, la comuna generó 56.590 toneladas de RSM superando al año anterior en donde se generaron 55.605 toneladas. Como se observa en la Tabla 11, hay una cantidad importante de basura que proviene de los microbasurales, por un valor cercano al 7 % del total.

En la misma tabla se observa que Quilpué genero al año 2015 un total de 54.391 (ton/año) de RSD, con esto el municipio debe afrontar un costo total anual de \$ 2.259.457.785 pesos por recolección, transporte y disposición final de disposición de los residuos generados.

Tabla 11. Cantidad recolectada por tipo de residuo.
Fuente. Cuenta pública 2014-2015, I. Municipalidad de Quilpué, 2015.

RECOLECCIÓN	CANTIDAD [t]	
	2014	2015
Recolección por contrato de servicios	48.715	49.644
Micro basurales por contrato de servicios	1.500	1.344
Micro basurales en forma directa	3.400	3.403
TOTAL RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	53.615	54.391
Barrido de calles	480	481
Extracción de residuos en ferias	1.423	1.635
Ramas y otros en forma indirecta	83	83
Total otros residuos	1.990	2.199
TOTAL RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	55.605	56.590

6.1.4 Caracterización de los Residuos

En cuanto a la caracterización de los residuos en la comuna de Quilpué, esta fue realizada por el departamento de Gestión Ambiental, perteneciente a la DIGA, a través de una subdivisión de seis subsectores en función de las características socioeconómicas de la comuna tratando de agruparlas de manera uniforme. La metodología de la Caracterización de RSD Quilpué 2014 se encuentra detallada en el Anexo I.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización se encuentra el aforo de residuos (Tabla 12), en función del peso en kilogramos, pudiéndose ordenar cada material según su porcentaje de generación a nivel comunal.

De acuerdo a la clasificación de los residuos (Figura 14), estos se dividen en: orgánico, plástico, papel, vidrio, cartón, textil, metales, tetrapack, aerosol, otro. Cabe destacar que se

considera como “otro”, todo residuo que no se encuentra dentro de las clasificaciones de residuos con potencial de reciclaje y reutilización, es decir basura general como por ejemplo escombros, pañales desechables, papel confort usado y materiales no identificables.

Tabla 12. Aforo de Residuos Comuna de Quilpué.

Fuente: Informe Caracterización de RSD Quilpué 2014, Ilustre Municipalidad de Quilpué.

Clasificación	Muestra 1 [kg]	Muestra 2 [kg]	Muestra 3 [kg]	Muestra 4 [kg]	Muestra 5 [kg]	Muestra 6 [kg]	% Generación por Componente
Orgánico	70,0	49,5	59,5	32,2	64,0	51,1	39,0
PET	1,1	3,2	7,6	2,0	3,2	1,5	2,2
HDPE	5,0	1,0	1,1	2,5	0,6	1,5	1,4
PVC	0,1	0,5	0,2	0,3	0,6	1,0	0,3
LDPE	5,5	6,8	15	2,0	0,5	0,5	3,6
PP	0,9	0,9	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5
PS	0,2	0,7	1,9	1,3	1,8	0,1	0,7
Textil	4,5	3,5	7,7	12,5	4,1	2,0	4,1
Metal	2,5	1,5	1,9	1,0	0,5	1,3	1,0
Aerosol	0,8	0,5	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5
Tetra pack	2,5	1,5	2,1	1,5	1,5	1,5	1,3
Otro	51,2	25,1	24,8	30,2	51,1	25,0	24,8
Vidrio	7,1	6,5	19,2	12,2	8,4	5,5	7,0
Papel	5,3	6,3	40,4	1,5	4,2	1,5	7,1
Cartón	3,3	2,5	38,5	1,5	6,4	2,5	6,5
Total	160,0	110,0	221,8	102,0	148,0	96,0	100,0

A partir del aforo de residuos presentado anteriormente y de la cantidad total de residuos generados el año 2014 por la comuna, la cantidad que representa la FORSD es del 39%, lo que corresponde a 20.909,85 [toneladas /año] de FORSD.

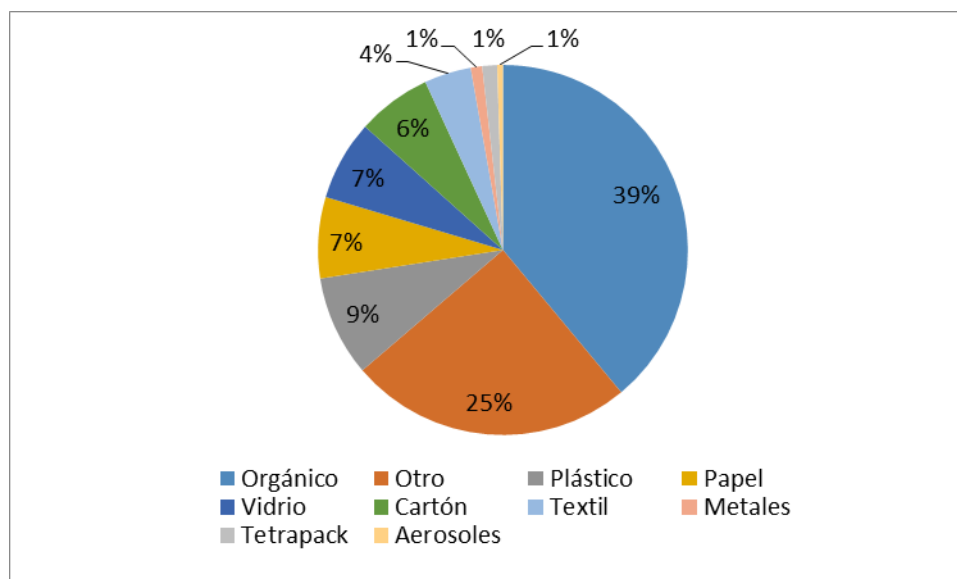


Figura 14. Porcentaje Residuos Generados, comuna de Quilpué.

Fuente. Informe Caracterización de RSD Quilpué 2014, Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2015.

6.1.5 Manejo de Residuos en la comuna

El gasto de Residuos Sólidos Municipales (RSM), el 2014, en la Provincia del Marga-Marga fue de M\$ 4.050.047 (SINIM, 2016). En Tabla 13 se detallan los gastos del servicio de aseo, recolección de basura y vertederos para las comunas de la provincia del Marga- Marga.

Tabla 13. Gastos de RSM en las comunas de la Provincia del Marga-Marga.

Fuente. Sistema nacional de información municipal (SINIM) 2012-2014.

Comuna	Población Comunal	Gastos RSM 2012 [M \$]	Gastos RSM 2014 [M \$]	Aumento de gastos de RSM 2012-2014[%]
Limache	45.864	603.084	774.233	28,4
Olmué	16.243	181.719	194.377	6,9
V. Alemana	135.368	275.828	685.536	148
Quilpué	163.759	1.760.207	2.395.901	36,1

Es así como en el año 2014, Quilpué aumento en un 36,1% el gasto municipal en los servicios de aseo, siendo la comuna que más invierte en estos servicios.

Dentro del manejo de residuos llevado a cabo por la Ilustre Municipalidad de Quilpué, encargada por la DIGA se efectúan una serie de operaciones como la recolección residuos domiciliarios, el almacenamiento (solo si es necesario), transporte, tratamiento (electricidad, biogás, compost) o disposición final. (I. Municipalidad de Quilpué, 2015)

Las labores permanentes del departamento de Aseo y Ornato, como aporte al plan de Gestión de los RSD son recolección y transporte, barrido de calles y limpieza de sumideros, disposición y relleno sanitario. Dentro de la estrategias y acciones para la disminución de residuos a disposición final, reducción de costos, beneficios sociales y beneficios ambientales, el municipio promueve la prevención (educar), recuperación (fiscalización, erradicación de microbasurales), valorización (reusar/reciclar/valorizar/reducir volumen) y/o eliminación.

Dentro del plan de gestión de residuos no convencionales, se ha realizado un levante de micro basurales de 500 [t/mes]. En cuanto a la valorización se han realizado una serie de iniciativas como: la instalación de bateas para residuos no convencionales de 100 [t/mes]; para el reciclaje y recolección de pilas y baterías se ha abarcado en un 6% de la generación total, en donde se cuenta con 170 contenedores, el reciclaje en los puntos limpios con una dotación de 155 contenedores en las calles (PET, Vidrio, papel, tetra pack),Figura 15 y Figura 16.

Por otra parte, la municipalidad de Quilpué ha desarrollado una campaña de reciclaje de papel municipal, impulsada por la Dirección Gestión Ambiental en alianza con recicladores de Quilpué y empresas ligadas a esta área (RECUPAC).

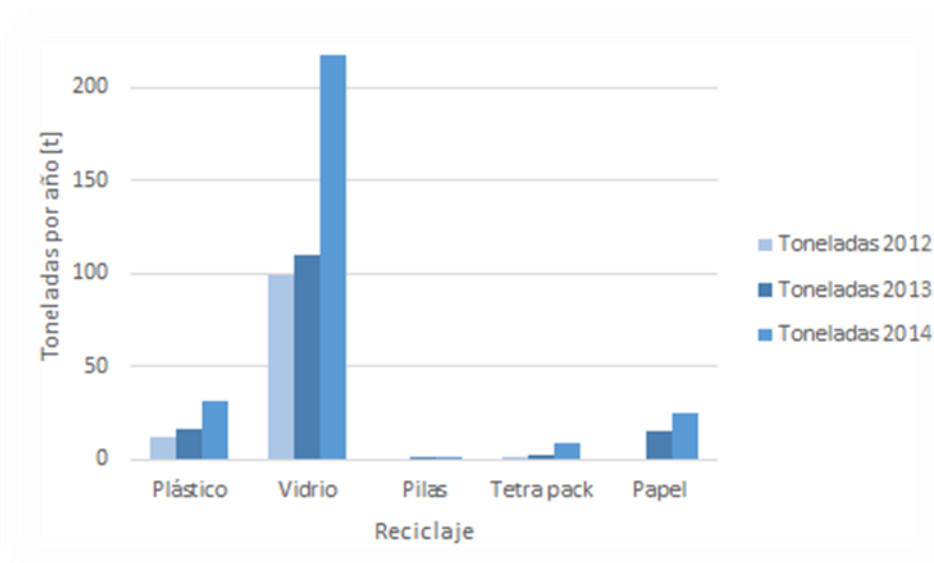


Figura 15.Reciclaje por tipo de residuos.



Figura 16.Puntos de Reciclaje comuna de Quilpué
Fuente: DIGA, Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2016.

En la reducción de los volúmenes de residuos se ha dispuesto la instalación de una planta de transferencia, (Figura 17), sin cinta transportadora de separación y manipulación de residuos. Está diseñada y licitada para el trasvase de los RSD provenientes solo para la comuna de

Quilpué, permitiendo reducir los volúmenes de los residuos (mediante la compactación de estos) y, con ello, los costos de disposición en el relleno sanitario EL Molle.

El proyecto se emplazará en la zona Rural de propiedad Municipal, en el sector sur poniente de la comuna, altura peaje AUTÓDROMO, Lote C1, Fundo San Luis, a 2,5 Km saliendo por el peaje lateral de Quilpué Poniente.

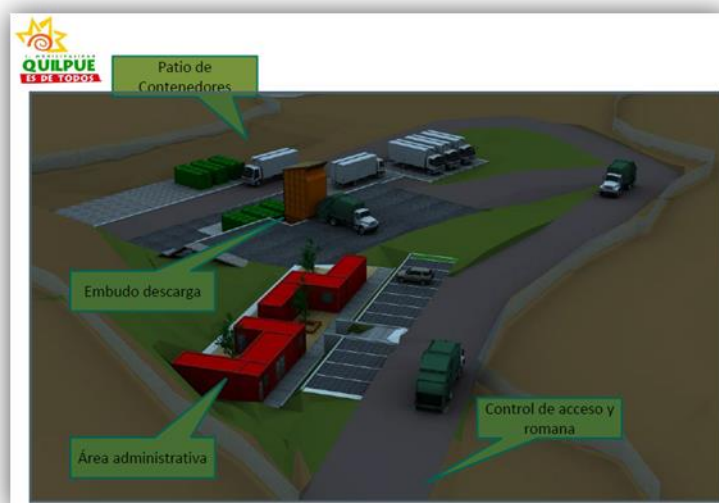


Figura 17.Planta de Transferencia, comuna de Quilpué.
Fuente: DIGA, Ilustre Municipalidad de Quilpué, 2015.

De acuerdo a lo consultado presencialmente a la Dirección de Gestión Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Quilpué, en sus departamentos de Aseo y Ornato y de Gestión Ambiental representados por sus encargados Felipe Arriagada y Danilo Muñoz, respectivamente. A continuación se presenta la información más relevante extraída de las entrevistas realizadas a los encargados, con respecto al actual manejo de los residuos en la comuna.

En las entrevistas se señaló que actualmente y de acuerdo con la resolución sanitaria N°0183 de febrero del 2007, los residuos sólidos domiciliarios generados en la comuna son dispuestos en el relleno sanitario El Molle, ubicado en Valparaíso, sin tratamiento alguno. El costo asociado a esto asciende a más de dos millones de pesos anuales, por lo cual la municipalidad como política está intentando incorporar nuevas técnicas con respecto a la basura para poder reducir el volumen que llega a disposición y con ellos los costos asociados.

Uno de los proyectos asociado a esto, es la construcción de la planta de transferencia. Esta planta fue licitada y adjudicada por la empresa Stericycle (a la cual se le adjudica la construcción y operación por siete años). Esta última tiene también la disposición final de los residuos, este servicio no consta con recolección diferenciada o selectiva. El terreno en donde se va a emplazar la planta tiene una superficie de 12 [ha] y esta ocupará solo 1/2 [ha] de superficie, por lo que en el terreno restante se pretende implementar nuevos proyectos.

En la planta de transferencia, no hay selección ni tratamiento de la basura, por lo que se procurara construir una sala de reunión, para enseñarles a los visitantes sobre estas temáticas. El beneficio de esta planta es reducir los volúmenes y además reducir el transporte de los camiones al relleno sanitario El Molle. Así, al estar los camiones más tiempo en la comuna se podrá incorporar una tercera frecuencia para empezar con la recolección diferenciada.

El servicio de recolección y transporte está a cargo de la empresa contratista COSEMAR y se estructura de acuerdo a la Tabla 14.

Tabla 14. Servicio de Recolección, Departamento Aseo y Ornato, I. Municipalidad de Quilpué.

<i>Empresa</i>	<i>Camiones</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Frecuencia</i>
Recolección COSEMAR S.A	<i>9 C. de recolección trasera</i>	<i>19 m³</i>	Lunes a Sábado (diurno y vespertino) y el centro (todos los días, exceptuando día Domingo horario vespertino).
	<i>1 C. de recolección lateral</i>		

En promedio los 10 camiones realizan 1,5 vueltas al relleno Sanitario El Molle. En cuanto al servicio de recolección en la ciudad, existe una división en rutas que esta diferenciada por colores, cada ruta se recolecta dos veces por semana

Figura 18). Los camiones recolectan la basura de los domicilios, ferias, mercados y comercio menor, pero no se recolecta los desechos de áreas verdes, de esto se encarga la empresa Ciclo Verde.

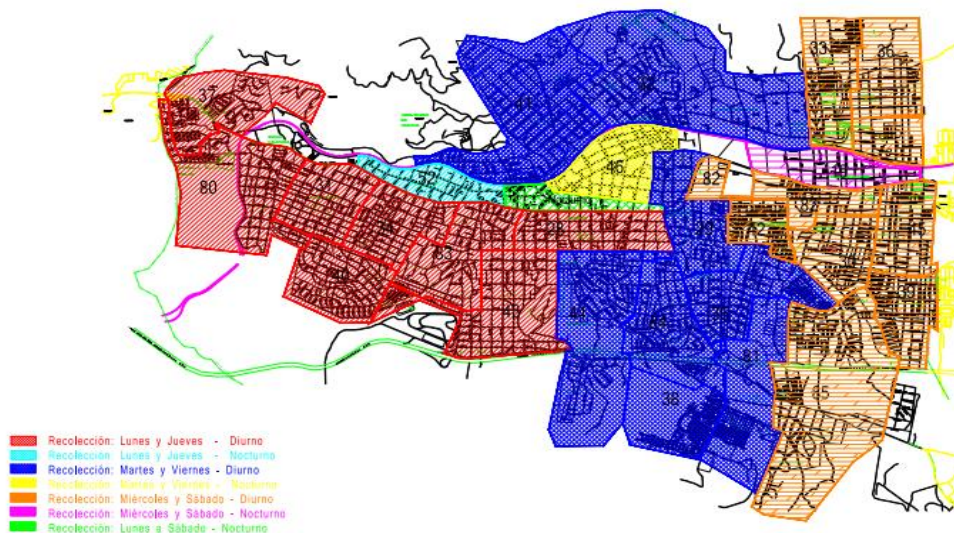


Figura 18. Recolección de residuos sólidos, Comuna de Quilpué.
Fuente: Dirección Gestión Ambiental, Ilustre Municipalidad de Quilpué.

Dado lo anterior, en relación al manejo actual de los residuos en la comuna, se observa que la DIGA ha implementado importantes avances en ello. Enfocados principalmente a reducir, reciclar, valorizar la fracción inorgánica de los residuos, y solo avances menores en lo que respecta la fracción orgánica. Esta fracción, de acuerdo a la caracterización de los residuos representa un alto porcentaje (39%), por lo es necesario enfocarse en su valorización, ya sea parcial o total, lo que permitiría brindar una solución a la problemática plantada por el municipio.

6.2 Selección de Alternativas de Aprovechamiento de FORSD

Para la selección de alternativas de aprovechamiento, se realizó una revisión de las diferentes tecnologías de tratamiento para la FORSD, se estudiaron tanto alternativas de conversión térmica como conversión biológica; además se complementó con una investigación de la experiencia nacional que existía en este ámbito. Posteriormente, se formularon criterios de selección y se elaboró una matriz que permitió escoger la/las alternativa/s más idónea/s.

6.2.1 Alternativas de aprovechamiento de FORSD

Dentro de las alternativas de valorización de la FORSD se encuentran dos grandes grupos, los tratamientos de conversión biológica y los de conversión termoquímica.

6.2.1.1 Tratamiento de Conversión Biológica

Las sustancias orgánicas que forman parte de los residuos domiciliarios se pueden descomponer biológicamente bajo condiciones controladas hasta llegar a un estado suficientemente estable que permita su almacenamiento y utilización sin efectos secundarios indeseables. Las condiciones controladas confieren una mayor velocidad al proceso, reducen sus incertidumbres y consiguen un producto final homogéneo (Bonmatí, 2008).

Compostaje

El compostaje se define como un “bioproceso aeróbico que permite la recuperación de los residuos orgánicos heterogéneos, convirtiéndolos en un producto homogéneo de gran calidad llamado Compost. La aplicación de este producto a los suelos, permite incrementar la población microbiana existente, aumentando la fertilidad de los mismos” (Varnero *et al*). 2011). Altamirano & Cabrera, (2006) lo definen como una forma de tratamiento para residuos orgánicos que por intermedio de organismos descomponedores como bacterias u

hongos, tiene como meta transformar estos residuos en un producto útil, aplicable a la tierra como abono que fertiliza a las tierras de cultivo.

La extensión y el periodo de tiempo necesario para que se produzca la descomposición dependerán de la naturaleza del residuo, del contenido de humedad, de los nutrientes disponibles y de otros factores ambientales. Bajo condiciones controladas, los residuos de jardín y la fracción orgánica de los RSU se pueden convertir en un residuo orgánico estable, en un periodo de tiempo razonablemente corto, de cuatro a seis semanas (Tchobanoglous et al., 1994).

Para el proceso de compostaje, que se aprecia en la Figura 19, se utiliza como materia prima fundamental la materia orgánica, y otros factores que se aprecian en la ecuación general.

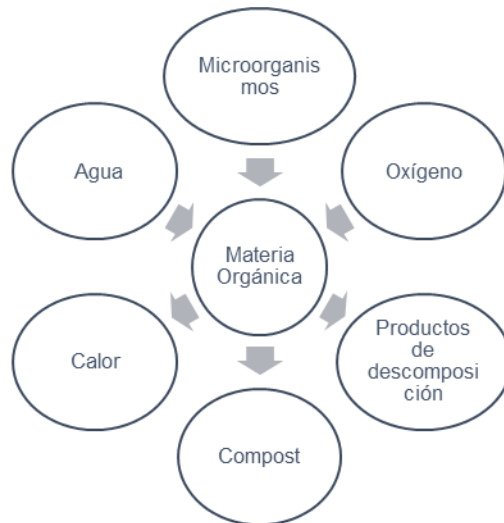
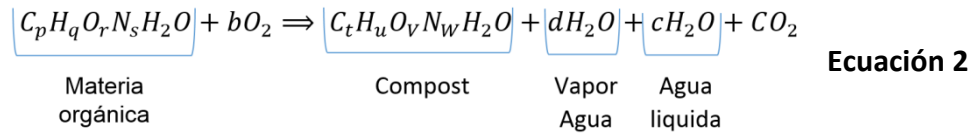


Figura 19.Proceso de Compostaje.

Fuente: Gestión y Tratamiento de residuos sólidos urbanos. 2008

El compostaje puede ser descrito por la siguiente ecuación general (Ecuación 2):



Según CompostaRed (2011), las etapas del proceso son las siguientes:

- **Etapas de latencia:** Es la etapa inicial, considerada desde la formación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. La duración de esta etapa es variable dependiendo de los factores y condiciones que tenga el compost (balance de carbono/nitrógeno, pH, concentración inicial de oxígeno).
- **Etapas termófila:** La actividad microbiana comienza a generar calor y la temperatura aumenta hasta llegar a los 60°C. Esta temperatura higieniza el medio, eliminando larvas, patógenos y esterilizando las semillas. En esta etapa los materiales van perdiendo su aspecto original y se observa una disminución del volumen de la pila.
- **Etapas de maduración:** Ocurre cuando la pila alcanza su temperatura ambiente. Los organismos que actúan en esta fase como son las lombrices, se encargan de terminar la descomposición y de la obtención de un compost maduro, el cual tiene textura granular, color oscuro y un olor a tierra de bosque.

Los factores que son importantes de controlar para que el proceso se desarrolle de forma correcta los siguientes:

- **Humedad:** Es relevante para el éxito del proceso, se considera que entre un 50% y 80% de contenido de humedad es adecuado para el desarrollo de los microorganismos descomponedores (Brutti, 2001).

- **pH:** El pH cercano al neutro (6,5-7,5 ligeramente ácido o ligeramente alcalino) nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácido) inhiben el crecimiento de la mayoría de los grupos fisiológicos, mientras valores superiores a 8 (alcalinos), también inhiben el crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos (Sztern y Pravia, 1999).
- **Aireación:** La aireación es necesaria para proporcionar oxígeno suficiente a los microorganismos aeróbicos, y así estos puedan estabilizar los residuos orgánicos; en tanto que un déficit produce un estado anaeróbico que limita la descomposición (Santibáñez, 2002).
- **Temperatura:** La descomposición inicial es un proceso exotérmico, lo que produce un incremento rápido de la temperatura hasta valores superiores a los 50°C. Se recomienda un periodo mínimo de entre una y dos semanas en régimen termofílico para asegurar una buena higienización. Durante la etapa de maduración, la temperatura decrece paulatinamente hasta alcanzar la temperatura ambiente. El seguimiento de la temperatura permite controlar el proceso y determina junto con otros parámetros, los volteos, los riesgos o la programación del sistema de aireación forzada (Figura 20).

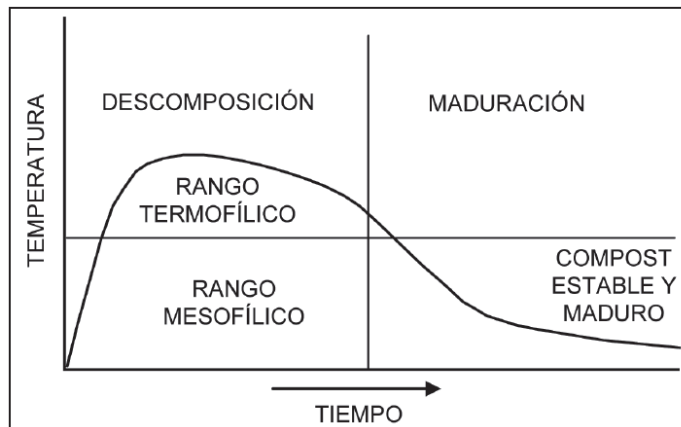


Figura 20. Evolución de la temperatura a través del proceso de compostaje.
Fuente: Evaluación y prevención de riesgos ambientales de centro América. 2008.

- **Nutrientes:** Los más importantes son el carbono (fuente de energía para los microorganismos), el nitrógeno (necesario para la estructura celular), los macros y micronutrientes (necesarios para el crecimiento de los microorganismos). La relación C/N es el parámetro más importante para que se desarrolle adecuadamente el proceso. Se consideran óptimos los valores de C/N comprendidos entre 25 y 35:
 - C/N > 35, el proceso reduce su velocidad hasta que se consume el C excedente;
 - C/N < 25, la velocidad del proceso no se ve afectada, pero hay pérdidas elevadas de nitrógeno en forma amoniacal hasta que se alcanza relaciones C/N adecuadas.

- **Flora microbiana:** La flora microbiana responsable del proceso de compostaje es muy variada. Incluye bacterias, actinomicetes, hongos, protozoos y algas. Raramente es un factor limitante, por lo que no se suele inocular durante el proceso. Los microorganismos proceden, de manera natural, de la atmósfera, del agua, del suelo y del propio residuo. La flora bacteriana es la más variada y se encuentra localizada en toda la masa del residuo. Los hongos y los actinomicetes se encuentran en las partes superficiales de la masa de residuos (a 5-15 cm de la superficie) y son los

responsables de la descomposición de sustancias complejas como la celulosa y la lignina.

Se debe tener en consideración que no toda la materia orgánica es factible de compostar debido a diferentes factores que limitan el proceso de compostaje, tal como lo ilustra la Tabla 15. Además, esta materia prima no debe estar contaminada con residuos no orgánicos, por lo que es fundamental segregar en origen. Dentro de los recursos compostables destacan los restos de alimentos y restos de poda o huertas (Alcolea y González, 2000).

El uso de un compost de calidad reporta una serie de beneficios: mejora las propiedades físicas del suelo (porosidad, estructura); aumenta la capacidad tampón del suelo; añade nutrientes al suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónicos y la capacidad de retención de agua; incrementa la porosidad y permeabilidad, reduce la toxicidad de algunos compuestos contaminantes y soporta y favorece el crecimiento de la flora de sustancias fitotóxicas.

Tabla 15. Residuos Orgánicos para compostaje. Fuente. Adaptado de Muñoz, 2012.

Si se puede compostar	Sí, pero con Precauciones	No es recomendable compostar	No se puede compostar
Plantas y hongos del huerto y del jardín; Malezas anuales (antes de semillar)	Cáscaras duras de cítricos(poca cantidad)	Carne, Restos animales	Vidrio, metal, tetrabricks, plástico, pilas, etc.
Cáscaras de huevo, de frutas y verduras	Cáscaras duras, de piña, ramas, restos de podas (trituradas)	Huesos	Medicamentos
Guano de animales herbívoros			Productos químicos (pinturas, esmaltes, etc.)
Virutas, aserrín	Papel y cartón (triturados y sin tinta)	Guano de animales no Herbívoros	Cenizas de madera tratada
Hojas, Pasto (en capas finas o previamente desecado)			Restos de polvo y limpieza (aspiradora, escoba)
Paja de cereales	Restos de fibras naturales (algodón, lana) en capas finas	Fibras sintéticas (nylon, poliéster)	Aceite de motor
Borra del café y bolsas de té	Cenizas (espolvorear en bajas cantidades)	Fibras sintéticas (nylon, poliéster)	Papel con tinta en color
Servilletas	Restos de comida (poca cantidad)	Fibras sintéticas (nylon, poliéster)	Papel con tinta en color
Algas marinas			

Además de contribuir a la reducción de los residuos orgánicos, la NCh 2880-2004 de compostaje señala que otra aplicación del compost es su utilización para la recuperación de suelos degradados y superficies alteradas sin uso agrícola. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua, evitando su erosión y pérdida de fertilidad, dando soporte a un conjunto de microorganismos cuya actividad resulta beneficiosa para los cultivos.

Según el resultado del control de los factores que afectan el proceso, se pueden obtener distintas clases de compost. En general, un compost de calidad es cuando está libre de contaminantes (vidrios, plásticos, concentración de metales pesados, entre otros), un alto porcentaje de micronutrientes (N, P, K) y gran cantidad de materia orgánica estable (Lemus, 2001).

En la Tabla 16. Las principales ventajas y desventajas que tiene el proceso de compostaje.

Para la instalación de una planta de compostaje se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de Espacio**

En cuanto al espacio necesario, una planta con separación y aireación manual se requieren entre 1.6 y 1.8 Ha. por cada 100 ton recibidas diariamente, mientras que una planta con separación y aireación mecanizada la necesidad de terreno oscila entre 1.4 y 1.6 Ha. por cada 100 ton.

- **Costo de inversión**

De acuerdo con la OPS (Organización Panamericana de la Salud), los costos de inversión por tonelada instalada* están en un rango de US\$ 20.000 a US\$ 40.000. En Chile, Región Metropolitana una planta de compostaje de residuos vegetales provenientes de ferias, con capacidad para procesar 2.500ton/mes tiene un costo de inversión de US\$ 95.000.

- **Costo por tonelada procesada**

De acuerdo con la OPS (Organización Panamericana de la Salud), los costos de operación por tonelada oscilan entre US\$ 20 y US\$ 40.

Tabla 16. Ventajas y desventajas del Compostaje.
Fuente. Adaptado de Agrowaste. Proceso de compostaje, 2015.

Ventajas	Desventajas
Baja inversión capital.	Elevado costo de energía asociado al suministro de oxígeno necesario.
Bajo coste de mantenimiento y poca cantidad de mano de obra especializada.	Control de aireación más difícil que con otros métodos.
Ahorro en abonos.	Gran requerimiento de espacio y organización.
Ahorro en gestión de subproductos.	Producción de gases con olores desagradables si el proceso no se desarrolla de forma adecuada; especialmente durante los volteos.
Reducción de la contaminación, sanea el material orgánico.	En caso de mal funcionamiento del proceso de compostaje, el metano no es recuperado.
Reducción de sólidos volátiles aproximadamente igual a la obtenida por vía anaerobia	Contaminación de aguas por arrastre de las sustancias más solubles (esto puede atenuarse dejando crecer vegetación en los bordes de las pilas).
Formación de un producto final inodoro, parecido al humus, que es biológicamente estable.	Mal funcionamiento en condiciones climáticas lluviosas.
El compost mejora la salud de la tierra y de las plantas.	Requiere un volumen de agente de abultamiento mayor que otros sistemas.
Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.	Costos de transporte hacia y desde la ubicación de la central de compostaje
Mejora la porosidad, y por consiguiente la permeabilidad y ventilación.	La colecta debe ser prácticamente diaria por razones higiénicas lo que encarece el proceso (sino, el residuo se pudre, llegan moscas, huele mal, etc.).
El compost neutraliza elementos tóxicos.	

Lombricultura

Se entiende por lombricultura a “toda actividad vinculada con la cría y producción de lombrices con la obtención por este medio del subproducto orgánico (excremento) denominado lombricompostado o humus de lombriz” (Gabetta, 2009).

En lombricultura o vermicompostaje (del latín *Vermis*, que significa lombriz), las principales especies de lombrices utilizadas son *Lumbricus rubellus*, *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana) y *Eisenia andrei*. Estas lombrices transforman los minerales no asimilables presentes en los residuos orgánicos en nitratos y fosfatos directamente asimilables por las plantas. Las lombrices excretan aproximadamente un 60% de la materia orgánica descompuesta que ingieren en forma de humus de lombriz. Las características de las lombrices se detallan en la Tabla 17.

En el proceso de producción de humus de lombriz es esencial tener en cuenta las características biológicas de la lombriz y las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo.

Tabla 17. Generalidades del proceso de lombricultura.
Fuente. Guía De Lombricultura. Díaz, 2002.

Unidad	Proporción
1 lombriz	Pesa 1[g]
1 lombriz	Consumo 1[g] de materia orgánica al día
Del total consumido	60% se transforma en Humus
	40% se usa en mantención y crecimiento de tejidos
1 lombriz	En un ciclo reproductivo de 3 meses, produce 10 lombrices por trimestre.
1 Lombriz	Puede generar 0,15 kg de proteína al año
1000 Lombrices	Generan 0,6 (kg/d) de Humus
1000 Lombrices	Generan 0,04 (kg/d) de Proteínas

La lombriz habita en los primeros 50 cm del suelo y, por lo tanto, es muy sensible a cambios climáticos. Además, es fotofóbica, por lo que no deben tocarle directamente los rayos ultravioletas del sol, que la perjudican gravemente.

Los factores que son importantes de controlar para que el proceso se desarrolle de forma correcta, corresponden a los siguientes:

- **Relación Carbono/Nitrógeno:** Es de suma importancia conocer para evitar demoras y controlar la calidad del compost. Los microorganismos incorporan 1/3 de carbono a su cuerpo y elimina 2/3 sobrantes en forma de dióxido de carbono. Por otra parte, el nitrógeno de las proteínas puede perderse en forma gaseosa (amoníaco) con valores entre 15-20% que se considera lo normal, por lo cual al producirse pérdidas mayores se debe mantener la masa húmeda (con agua se forma hidróxido de amonio reteniendo el nitrógeno) o también se puede aplicar sulfato de calcio (lo cual forma sulfato de amonio el cual retiene el nitrógeno y además se forma carbonato de calcio) (Díaz, 2002).
- **Humedad:** La humedad óptima del sustrato se encuentra entre el 70 y el 80 %, para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento del animal a través del material. Si hay un exceso de humedad, se originarán condiciones de anaerobiosis, disminuyendo así el pH y creando condiciones ácidas, lo cual reduce la productividad y causa la migración de las lombrices (Gajalakshmi y Abbasi, 2004), mientras que un déficit provocará la muerte de la lombriz.
- **Temperatura:** El rango óptimo oscila entre los 12 y los 25 °C, aunque las lombrices pueden soportar temperaturas puntuales inferiores o superiores.
- **pH del sustrato:** Se debe estabilizar en torno a la neutralidad (6,8-7,2).

- **Luz:** Las lombrices son muy sensibles a la luz, al ser expuestas a la luz, las lombrices se mueven lejos para evitarla (Gajalakshmi & Abbasi, 2004).
- **Aireación:** Existe una variación en los porcentajes de aire en los espacios vacíos al evaluar una pila de compostaje, ya que por una parte las capas externas contienen entre un 18-20% de aire, mientras el interior de la pila se pueden encontrar valores entre 0,5 a 2% (Díaz, 2002).

De acuerdo al Manual de Lombricultura, MMA los residuos aprovechables de la materia orgánica y los residuos no permitidos son indicados en la Tabla 18:

Tabla 18. Residuos aprovechables de la materia orgánica y los residuos no permitidos.
Fuente. Manual de Lombricultura. MMA.

Materia Orgánica	Residuos no permitidos
Verduras (cáscaras de papa, de tomate, hojas de lechuga, etc.)	Metales, goma, plásticos.
Frutas (restos de fruta, cáscaras, fruta descompuesta, etc.).	Productos químicos, aceites, solventes, insecticidas, jabones, pintura.
Hojas y ramas que resultan de limpiar las macetas o el patio (Pasto seco y verde, ramas pequeñas, hojas, etc.).	Plantas venenosas o que han sido rociadas con insecticidas.
Todo tipo de papel, hojas, cartón, etc. (idealmente no impresos).	Sobras de carne, lácteos, legumbres, pan y fideos.
Restos de infusiones (té, agua de hierbas).	Limón y naranja.
Cáscaras de huevo.	Hojas de papel impreso y restos de papel del baño.

El humus consiste en el excremento de la lombriz el cual es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo, cuya característica fundamental es la bioestabilidad. Es de un color negruzco, granulado, homogéneo y posee un elevado porcentaje de ácidos

fúlvicos y húmicos los cuales son producidos por toda la actividad microbiana que tiene lugar durante el periodo de maduración de la lombriz (no por el proceso digestivo de esta).

Posee una serie de propiedades, tales como (Gabetta, 2009:

- **Propiedades Químicas:** Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre; en especial, actúa favorablemente respecto del nitrógeno, también facilita la absorción de los elementos nutritivos como fósforo, calcio, potasio y oligoelementos. Regula la actividad de nitratos del suelo).
- **Propiedades Físicas:** Mejora la permeabilidad y aireación, reduce la erosión del suelo, Incrementa la capacidad de retención de humedad. Mejora las características estructurales del terreno, agregando los arenosos y desligando los arcillosos (Gabetta, 2009).
- **Propiedades Biológicas:** Es fuente de energía, la cual incentiva la actividad microbiana. Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana. Su gran estabilidad biológica impide que fermente o se pudra

En la Tabla 19 se detallan las ventajas y desventajas del proceso de Lombricultura.

Para la instalación de la planta de lombricultura se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de espacio**

En cuanto al espacio necesario, una planta con separación y aireación manual se requieren entre 1.6 y 1.8 Ha. por cada 100 ton recibidas diariamente, mientras que una planta con

separación y aireación mecanizada la necesidad de terreno oscila entre 1.4 y 1.6 Ha. por cada 100 ton.

Tabla 19. Ventajas y Desventajas de la Lombricultura.

Fuente. Adaptado de Agrowaste, 2015.

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
Reducción de la cantidad de materia orgánica que podría ir a vertedero.	Generación de mal olor debido a algún material no ingerido por las lombrices.
Ahorro significativo en el transporte y gestión de los subproductos a nivel municipal.	Presencia de moscas
Se evita para la tierra el uso indiscriminado (e inadvertido) de productos artificiales.	Presencia de Hormigas (indicador de que puede estar algo seco).
Humus de alta calidad como abono orgánico que restauran el equilibrio tierra-vegetal.	Consumo de agua
Producción de humus aeróbico utilizable en horticultura	Controlar población de lombrices: puede ocurrir debido a alguno de los problemas anteriores.

- **Costo de inversión**

El costo de producción por tonelada de residuos es de US\$ 45. (Alban *et al.*, 2002)

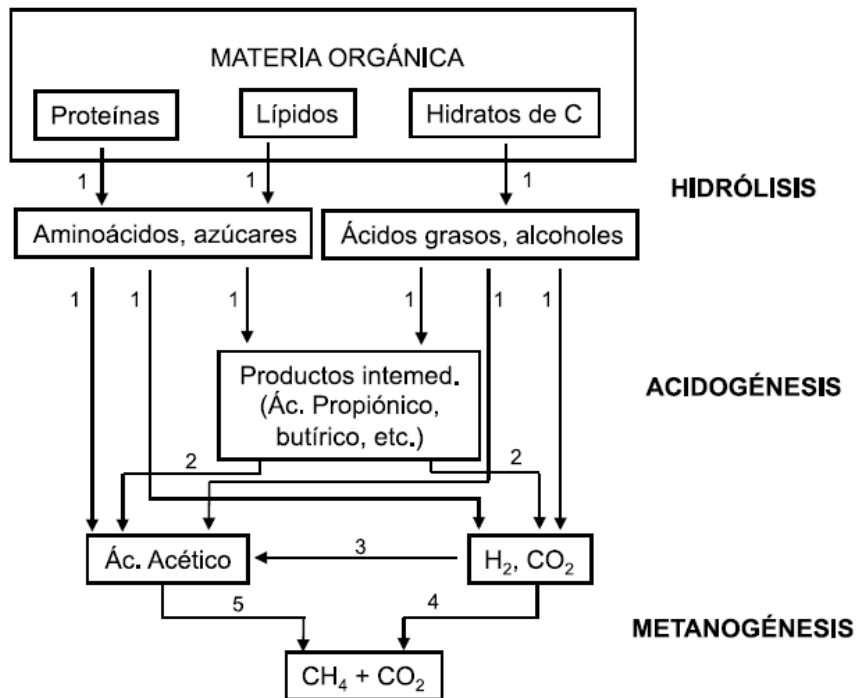
Digestión Anaerobia

La digestión anaerobia puede definirse como el “Proceso microbiológico anaerobio (ausencia total de oxígeno) donde la materia orgánica es degradada progresivamente, por una población bacteriana heterogénea, dando como resultado metano, dióxido de carbono” y una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica. (Acosta *et al.*, 2005)

La digestión anaerobia se desarrolla en tres etapas diferentes (Figura 21), pero con un cierto grado de simultaneidad, donde intervienen diferentes grupos de microorganismos.

Las etapas del proceso de digestión corresponden a:

- **Hidrólisis.** En esta etapa, los polímeros orgánicos complejos son degradados por un grupo de bacterias facultativas (sobreviven en condiciones de aerobiosis) mediante enzimas exocelulares: celulasas, lipasas, amilasas, proteasas, etc.
- **Acidogénesis.** La degradación de las sustancias intermedias hasta ácidos grasos de cadenas cortas o volátiles u otros compuestos sencillos como los alcoholes, corre también a cargo de un grupo de bacterias facultativas. Esta etapa comprende también la degradación de las sustancias intermedias hasta ácido acético (acetogénesis).
- **Metanogénesis.** En esta última etapa, se forma el metano gracias a un grupo de bacterias llamadas metanogénicas. Estas son anaerobias estrictas (la presencia de oxígeno inhibe su crecimiento) y muy sensibles a tóxicos e inhibidores. La formación del metano se realiza a través de dos rutas metabólicas: metanogénesis acetoclástica, a partir de la degradación del ácido acético metanogénesis hidrogenófila, a partir del H₂ y del CO₂.



*Bacterias responsables de la digestión: 1) Bacterias hidrolíticas–acidogénicas, 2) Bacterias acetogénicas (productoras de hidrógeno), 3) Bacterias homoacetogénicas (consumidoras de hidrógeno), 4) Bacterias metanogénicas hidrogenófilas, 5) Bacterias metanogénicas acetoclásticas.

Figura 21.- Etapas de la digestión anaerobia.

Fuente: Evaluación y prevención de riesgos ambientales de centro América. 2008.

Este proceso se puede aplicar a cualquier residuo. No obstante, cuanto mayor sea su contenido en materia orgánica, mayor será la producción de biogás y más rentable será este tratamiento (Tabla 20).

Tabla 20. Potencial de producción de biogás de determinados residuos
Fuente. Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos, 2008.

Residuo	Sólidos Volátiles (%)	Producción Biogás (Nm ³ Mg ⁻¹)
Estiércol	10-20	25-45
Fracción orgánica residuos municipales	20-30	150-240
Lodos EDAR	2-4	17-22
Residuos proceso aceite soja	90	800-1000
Aceite residual de pescado	80-85	350-600
Residuos matadero	15-20	50-70
Suero de leche	7-10	40-55

Las instalaciones especialmente diseñadas para optimizar y controlar este proceso se designan como digestores de metano, plantas de biogás o simplemente reactores anaerobios (Castells, 2012).

Los principales productos y subproductos de una digestión anaerobia son tres:

Biogás: Gas que contiene una proporción cercana al 60% de metano (CH₄) y otros gases como el dióxido de carbono (CO₂), Hidrógeno (H₂) y pequeñas cantidades de otros gases como el sulfuro de Hidrógeno (H₂S), entregando un poder calorífico inferior (PCI) del orden de 5.500 [kcal/m³] considerando un 60% metano.

Digestato: Mezcla de productos minerales tales como N, P, K, Ca, etc. y cadenas hidrocarbonadas cortas (Nodar Balseiro, 2012).

Agua: Si el proceso está correctamente diseñado, el agua debe estar inerte, es decir sin carga bacteriana, y debe tener minerales en suspensión, por lo que podría ser usada

como agua de riego. En caso de tener contenido biológico, debe ser considerado un tratamiento para el agua.

Las ventajas y desventajas que posee este sistema de tratamiento biológico se mencionan en la Tabla 21.

Tabla 21. Ventajas y desventajas del proceso de digestión anaerobia.
Fuente: Adaptado de Agrowaste, 2015

Ventajas	Desventajas
El biogás (alto poder calorífico) puede ser utilizado en la propia instalación para generación de electricidad y/o calor (co-generación).	Difícil mantener la estabilidad del proceso.
El biogás es un biocombustible (energía renovable).	Es muy sensible a tóxicos inhibidores.
La materia orgánica resultante final está bastante estabilizada.	La puesta a punto del sistema requiere largos periodos.
Digestores trabajan dentro de un rango de humedad que se acerca al de la mayoría de materiales orgánicos aptos para su biodegradación.	Requiere grandes capacidades de tratamiento para un mejor control del proceso y su buen funcionamiento.
Se puede trabajar conjuntamente con varios subproductos.	Grandes volúmenes del digestor.
Reducción de la cantidad de subproductos a gestionar.	Requiere de una inversión inicial elevada en obra civil e implantación de los equipos.
Reduce los problemas de olores.	
Sistemas conocidos, simples y fáciles de gestionar	
Reducción del consumo de combustibles fósiles.	
Reducción de la emisión de metano evitando el deterioro de la capa de ozono.	
Masa restante biodegrada por las bacterias puede utilizarse como abono para la fertilización de suelos así como en alimentación animal.	

Para la instalación de la planta de Digestión Anaerobia se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de espacio**

Debe considerarse como una instalación de tipo industrial. Considerando los componentes clásicos de una planta de este tipo, se estima que para una instalación con capacidad para 1000 ton/día son necesarias entre 4 a 6 Ha. Para procesos menores se puede requerir 1 a 2 Ha.

- **Costo de inversión**

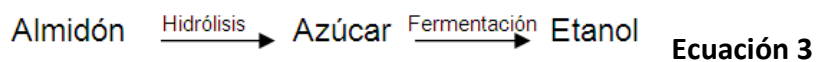
En Reino Unido, una planta para 30.000 ton/año tiene un costo de US\$ 37.000.000

- **Costo por tonelada procesada**

En Inglaterra el costo asciende a US\$115/ton

Digestión Fermentativa

El etanol o alcohol etílico es el combustible más usado actualmente, dentro de los biocombustibles (Demirbas, 2009), sin considerar la leña. El etanol se puede obtener de manera sintética a partir del petróleo, o por medio de la fermentación de la glucosa extraída de la biomasa como se muestra en la Ecuación 3. El 93% del etanol se obtiene por medio de la fermentación y sólo el 7% se obtiene por medio de métodos sintéticos, pudiendo su proceso ser descrito por la siguiente ecuación.



El etanol se puede conseguir desde tres fuentes según la materia del que se obtenga (Peneque *et al.*, 2011): azúcares -monosacáridos o disacáridos-, almidón y compuestos celulósicos, representados por la remolacha (*Beta vulgaris*) para azúcares simples, maíz (*Zea mays*) para el almidón, y la biomasa forestal o fracción orgánica de residuos para los compuestos lignocelulósicos (Figura 22).

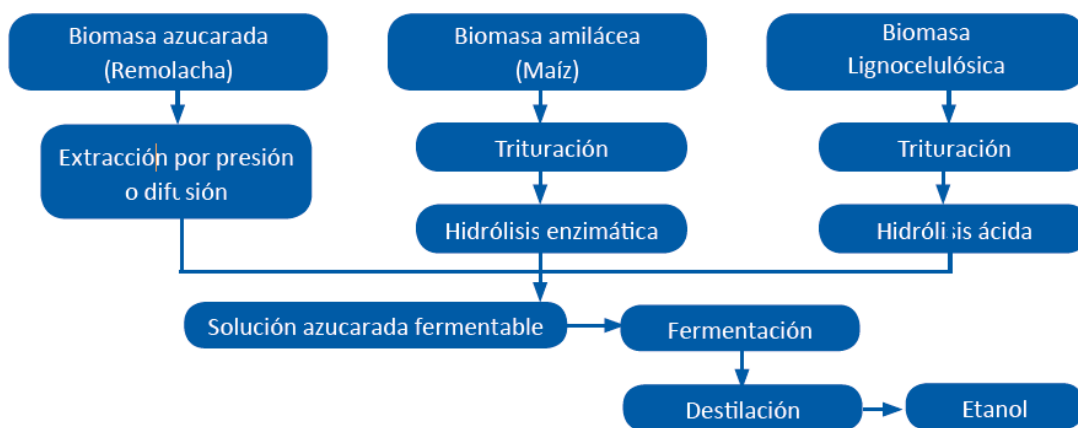


Figura 22. Rutas tecnológicas para la producción de bioetanol.

Fuente: Bioenergía en Chile. Peneque, M et al. 2011.

El etanol producido desde materiales lignocelulósicos, considerado como etanol de 2ª generación, es el proceso más caro y complicado, debido a la separación que debe realizarse entre la celulosa y la lignina. Este último es un compuesto que no se degrada durante la fermentación de los azúcares, por lo que es necesario el uso de procesos químicos para su degradación o separación. La FORSU por su composición, se considera similar a un material Lignocelulósico, posee un elevado contenido de polisacáridos de origen celulósico y hemicelulósico, y una considerable proporción de ligninas (Sánchez, 2010).

Los residuos tienen la ventaja de su bajo coste, ya que son la parte no necesaria de otros productos o procesos, salvo cuando son utilizados en la alimentación del ganado. Los RSU tienen un alto contenido en materia orgánica, como papel o madera, que los hace una potencial fuente de materia prima, aunque debido a su diversa procedencia pueden contener

otros materiales cuyo pre proceso de separación incrementa mucho el precio, de la obtención del bioalcohol (bioetanol), que ya es costoso por la materia prima (residuos lignocelulósicos).

Para obtener los azúcares de la biomasa, ésta es tratada con ácidos o enzimas que facilitan su obtención. La celulosa y hemicelulosa son hidrolizadas por enzimas o diluidas por ácidos para obtener sacarosa, que es entonces fermentada. Los principales métodos para extraer estos azúcares son tres: la hidrólisis con ácidos concentrados, la hidrólisis con ácidos diluidos y la hidrólisis enzimática. En la Figura 23 se muestran las diferencias del proceso de obtención del bioetanol.

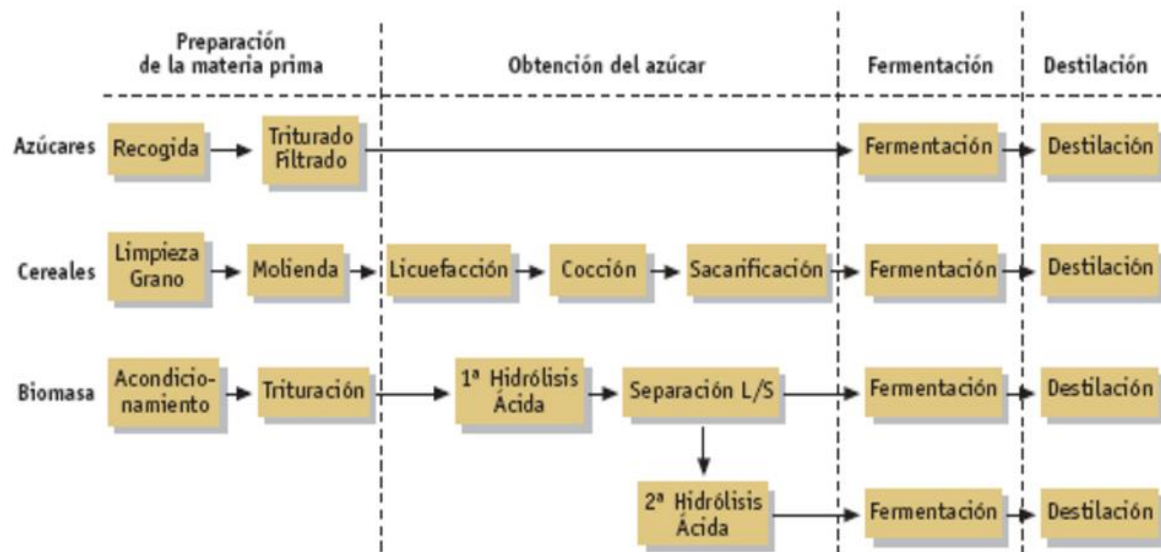


Figura 23. Diferencias entre procesos de obtención del bioetanol

Fuente. Adapta de Miliarium. 2015

En la Tabla 22 se detallaran las ventajas y desventajas del proceso de Digestión Fermentativa.

Tabla 22. Ventajas y Desventajas de la Digestión Fermentativa.

Fuente. Adaptado de Agrowaste, 2015.

Ventajas	Desventajas
Bajo nivel de emisiones.	Elevado coste de inversión.
Aprovechamiento total de la biomasa.	Problemas logísticos relacionados con el abastecimiento de materias primas para las plantas de producción.
	Limitación de la pureza del bioetanol (95-96%).

Para la instalación de una planta de Digestión Fermentativa se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de espacio**

Una planta con separación mecánica y utilización de biodigestores requiere aproximadamente 1 Ha. por cada 100 ton tratadas diariamente.

- **Costo de por tonelada procesada**

El costo por tonelada procesada de este tratamiento es de US\$ 64. (Sas, 2012)

6.2.1.2 Tratamiento de Conversión Termoquímica

En la conversión termoquímica (descomposición térmica) se transforman desechos sólidos con influencia de calor a recursos energéticos secundarios sólidos, líquidos o gaseosos.

Pirólisis

La pirólisis se define como un proceso fisicoquímico mediante el cual el material orgánico de los residuos sólidos se descompone por la acción del calor, en una atmósfera deficiente de oxígeno y se transforma en una mezcla líquida de hidrocarburos, gases combustibles, residuos secos de carbón y agua (SEDESOL, 2001).

El proceso pirolítico es altamente endotérmico (Figura 24). Por esta razón frecuentemente se usa el término destilación destructiva como un término alternativo para pirólisis.

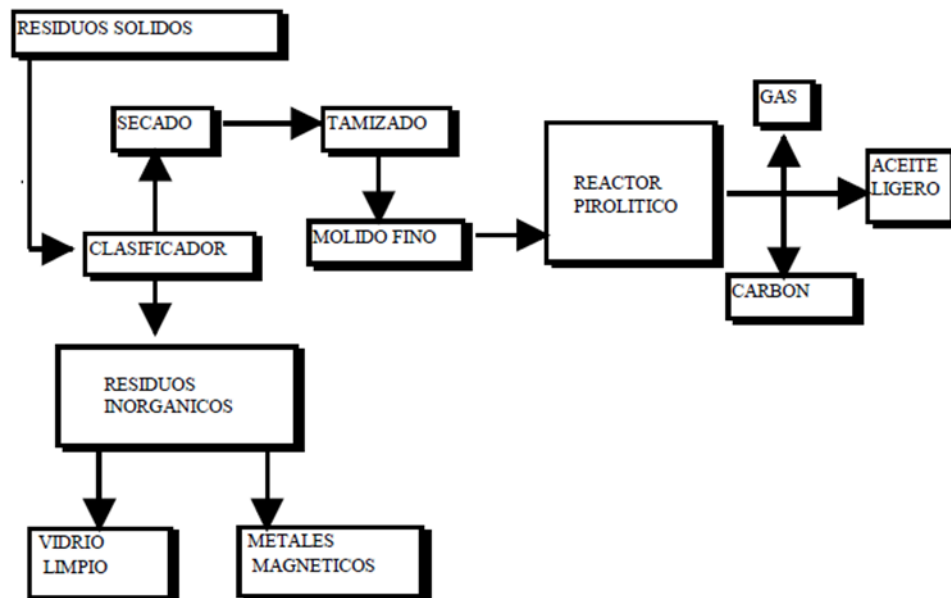


Figura 24. Esquema general del proceso de pirólisis
Fuente: SODESOL, 2001.

Los sistemas pirolíticos que se han desarrollado se agrupan en dos categorías:

- Pirólisis convencional
- Pirólisis a altas temperaturas

La pirolisis convencional (Tabla 23) puede efectuarse a baja temperatura, (550°C) o a temperatura media (550°C a 800°C). Los procesos a baja temperatura se emplean para la producción de aceites y alquitranes; en tanto los procesos de temperatura media obtienen de metano e hidrocarburos superiores. La pirolisis a alta (Fast) temperatura se efectúa a temperaturas superiores a los 800°C, con lo cual se logra la producción de gas con bajo poder calorífico. Esta permite obtener una pequeña parte de material sólido (10%) y convierte un 60% en gas rico en hidrógeno y monóxido de carbono. Los equipos utilizados en la pirólisis son similares a los empleados en la gasificación, pero sin aporte de oxígeno o aire.

Tabla 23.Resumen de los procesos de Pirólisis.

Proceso	Temperatura	Productos
Baja Temperatura	< 500 °C	Aceites y alquitranes
Media Temperatura	550-800°C	Metano e hidrocarburos superiores
Alta Temperatura	>800°C	Gas bajo poder calorífico

Debido a que la mayoría de las sustancias orgánicas son térmicamente inestables, ellas pueden, mediante calentamiento en una atmósfera libre de oxígeno, ser disociadas mediante una combinación de fraccionamiento térmico y reacciones de condensación en fracciones gaseosa, líquida y sólida.

Como resultado de la pirólisis se producen tres fracciones componentes:

- Fracción sólida: coque o char residual (SEDESOL, 2001), que es un carbono casi puro mezclado con el material inerte que entra en el proceso.
- Fracción condensable, líquida a temperatura ambiente: son alquitranes y/o aceites que contienen ácido acético, acetona y metanol, que recibe el nombre de Aceite de Pirolisis (Prados, 2007).
- Corriente gaseosa: contiene hidrógeno, metano, monóxido y dióxido de carbono, y otros gases que dependen del material pirolizado y de las condiciones de operación, este gas se denomina Gas de Pirólisis (Prados, 2007).

En la Tabla 24 se detallan las ventajas y desventajas del proceso de pirolisis.

Para la instalación de una planta de Pirolisis se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de espacio**

Se considera una localización similar que para las plantas incineradoras es decir, en zonas destinadas exclusivamente a la actividad industrial. El espacio requerido es de 2 a 4 hectáreas, aunque estos valores corresponden a plantas piloto ya que no existen plantas con capacidad industrial en operación.

- **Costo de inversión**

De acuerdo con un informe de “*Renewable Energy Information Office*” del Reino Unido, los costos de inversión por tonelada al año oscilan entre los US\$ 210- 340. Es decir una planta para 30.000 ton/año tendrá un costo de inversión de entre US\$ 6 y 10 millones.

- **Costo de toneladas procesadas**

De acuerdo con la literatura los costos de operación oscilan entre los 30 y 70 dólares por tonelada.

Tabla 24. Ventajas y Desventajas de la Pirólisis.

Fuente. Adaptada de Agrowaste, 2015.

Ventajas	Desventajas
Se genera una fracción líquida fácil de manejar, transportar y almacenar.	Requiere una alta inversión para la instalación.
Reducción de emisiones a la atmósfera al ser un proceso cerrado.	La alimentación requiere pre tratamiento para que se introduzca material homogéneo y con humedad adecuada que no afecte al rendimiento.
Admite como combustible (alimentación) material residual de otros procesos.	El residuo carbonoso (char) tiene un PCI bajo y debe ser gestionado.
No genera gases contaminantes como óxidos de nitrógeno y azufre, los que se producen en la combustión.	Los hidrocarburos líquidos deben ser sometidos a un proceso de refinado.
Todos los productos o subproductos generados pueden ser reutilizados (transforma muchos procesos lineales en cíclicos).	Menor rendimiento de los combustibles derivados de la biomasa respecto de los combustibles fósiles.
El proceso es autosuficiente con respecto a la energía.	La reducción de volumen en la pirólisis es menor a la que se obtiene por combustión directa.
	Costos altos de los hornos pirolíticos.
	Requiere operaciones de mantenimiento para las cenizas.

Incineración

La incineración se define como la reacción química entre un combustible y el comburente (aire) con la finalidad de producir energía térmica. Es un método termoquímico en el que se produce la oxidación completa de la biomasa (leñas, maderas, briquetas, pellets, residuos, etc.) liberando gran cantidad de calor.

Los elementos básicos de un equipo de combustión son el horno y el quemador. La combinación de ambos proporciona los cuatro elementos básicos de la combustión directa: mezcla íntima de combustible (biomasa) y comburente (aire); admisión de cantidades suficientes de comburente para quemar por completo el combustible; temperatura suficiente para encender la mezcla de combustible y aire; y tiempo de residencia necesario para que la combustión sea completa.

El proceso se produce normalmente en exceso de oxígeno, alcanzando temperaturas entre 800-1100°C y en un sistema que tiene como elemento principal una caldera u horno y, en general, se puede describir según lo presentado en

En la incineración se desprenden gases procedentes de la propia combustión, como CO₂ y N₂, además se generan escorias o cenizas como consecuencia de las impurezas del residuo y energía. Esta última es empleada en diversas aplicaciones: Generación de vapor (en calderas), Cogeneración, Hornos industriales etc.

Tabla 25 se denotaran las ventajas y desventajas del proceso de Incineración:

Tabla 25. Ventajas y desventajas de la Incineración.

Fuente. Adaptada de Agrowaste, 2015.

Ventajas	Desventajas
Fácil operación y control.	Se generan residuos, como las cenizas.
Tecnología ampliamente desarrollada, pero no tanto la de lecho fluidizado.	Eficiencia alrededor del 20%.
Sus variantes permiten la co-combustión con carbón.	Desprende una gran cantidad de gases contaminantes como CO ₂ y ceniza.

La combustión es inmediata y produce altas temperaturas.	Se necesita una trituración homogénea de las materias primas de la combustión, ya que de otra forma se pueden producir atascos en los sistemas de alimentación y problemas en los hornos.
Admite distintas granulometrías dependiendo del tipo de horno.	Aparecen problemas de ensuciamiento, corrosión y disminución de la vida útil de intercambiadores de calor y otros equipos generalmente.
El horno admite paradas y arranques en períodos de tiempo muy cortos debido a la rapidez del proceso de combustión y a la inercia del horno.	Necesita mantener un flujo constante de alimentación.
La tecnología de parrillas admite una alta variación en la humedad de combustible.	Requiere grandes extensiones para el almacenamiento de la biomasa si se emplea una que tenga un bajo poder calorífico.
	Se producen polvos (material particulado) en los humos que hay que separar.

Para la instalación de una planta de Incineración se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de espacio**

La localización de este tipo de plantas está restringida a áreas de tipo industrial. Una planta con capacidad para 100 ton de residuos al día requiere entre 1 y 2 Ha de terreno, mientras que una de 300ton/día necesitará entre 2 y 3 [ha].

- **Costo de inversión**

De acuerdo con información de CEPIS/OPS, los costos de inversión por tonelada instalada están entre US\$125.000 y US\$ 160.000. En el Reino Unido, las plantas incineradoras con

recuperación de energía con capacidad de 200.000 a 400.000 ton/año tienen un costo entre 59 y 118 millones de dólares.

- **Costo por tonelada procesada**

Los países de la Unión Europea presentan costos promedio por tonelada incinerada de residuos sólidos no peligrosos que oscilan entre los US\$30 y US\$ 125. En Estados Unidos (1996) costo promedio: US\$ 60/ton. (Fundación Chile, 2010).

Gasificación

La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato carbonoso (carbón, biomasa, restos agrícolas, plástico) es transformado en un gas combustible mediante una serie de reacciones que ocurren en presencia de un agente gasificante (generalmente aire) en un ambiente pobre en oxígeno. El sustrato carbonoso de origen y el agente gasificante son los parámetros que determinan el mayor o menor contenido en energía (poder calorífico) del gas.

Las principales aplicaciones de la gasificación se basan en la utilización del gas producido y la energía térmica que genera el propio proceso, además el calor puede transformarse en vapor y producir electricidad mediante un generador eléctrico conectado a la turbina.

El proceso de gasificación se divide en dos fases (Rodríguez et al., 2004):

- Pirólisis (descomposición térmica o volatilización): Biomasa + Calor → Char + Gases
- Gasificación: Char + Agente Gasificante + Calor → Gases + Cenizas

Además, se incluye una fase previa de calentamiento de la biomasa utilizada para ajustar la humedad de este combustible.

El proceso se desarrolla en gasificadores (Figura 25). Una vez calentada la alimentación y cuando la temperatura es superior a 400°C tiene lugar la pirolisis, dando lugar a un residuo carbonoso o char, formado principalmente por carbono y gases condensables (hidrocarburos ligeros y pesados) y no condensables (metano, vapor de agua, monóxido de carbono, hidrógeno y dióxido de carbono) (Rodríguez et al., 2004).

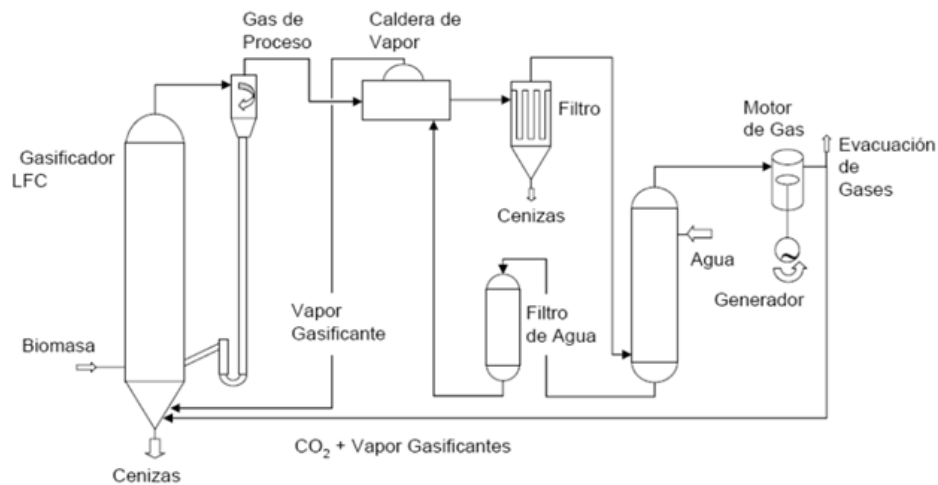


Figura 25.Esquema de una planta de Gasificación

Fuente: Adaptado de Agrowaste, 2015

Como producto del proceso se obtiene un gas pobre muy dependiente de las condiciones en las que se realiza la gasificación, que suele ser rico en monóxido de carbono (18% a 20%) y/o hidrógeno (20% a 24%), con contenido menor de dióxido de carbono, metano y otros hidrocarburos. El gas pobre producido puede utilizarse para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol, que podría sustituir las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión (carburol).

En la Tabla 26 se detallan las ventajas y desventajas del proceso de Gasificación.

Tabla 26. Ventajas y Desventajas del proceso de gasificación.

Fuente: Adaptada de Agrowaste, 2015

Ventajas	Desventajas
Generación de un gas combustible (syngas) y alcohol combustible (etanol), con los que se puede producir energía.	El gas producido debe ser tratado para remover los contaminantes antes de ser combustionado.
Disminuye la cantidad de residuos que va a relleno sanitario.	Proceso con un alto consumo de agua (unidades de enfriamiento).
	Costos de Inversión Elevados.
	Tecnología no desarrollada para RSD.

Para la instalación de la planta de Gasificación se deben verificar los siguientes requerimientos:

- **Necesidad de espacio**

Se debe localizar en zonas de actividad industrial exclusiva. El espacio requerido por las plantas en operación (piloto/demostrativas para residuos domiciliarios), está entre las 2 y 3 Ha.

- **Costo de inversión**

Los costos por tonelada al año están entre US\$200 – US\$350.

- **Costo por tonelada procesada**

De acuerdo con la literatura los costos de operación oscilan entre los US\$40 y US\$85 por tonelada.

6.2.2 Experiencias

En muchas partes del mundo se han realizado experiencias de compostaje. En un Diagnóstico para Latinoamérica y el Caribe, patrocinado por el Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud (1997), se visualiza que los proyectos no han sido muy exitosos, debido a la falta de legislación, de estudios de mercado y técnicos. Cabe destacar que en Europa y en Estados Unidos las experiencias son significativamente más exitosas. A continuación se revisan experiencias exitosas a nivel internacional y nacional.

6.2.2.1 Experiencia Internacional ⁶

El Proyecto de reciclaje de residuos vegetales en Lindsborg, Kansas (Estados Unidos), ha tenido un gran éxito⁷. Este, se viene realizando desde hace 4 años, de manera voluntaria y apoyada por ONGs, entidades gubernamentales, entidades estudiantiles y por el sector privado.

Los ciudadanos llevan sus residuos a la planta de compost y pagan un dólar al mes para mantener la trituradora, que ayuda a picar el material. El compost generado es utilizado para la mantención de las plazas y es entregado de forma gratuita a la comunidad. Como mayor logro, se destaca la disminución entre un 60 y 70% en la disposición de los residuos vegetales en vertederos.

6.2.2.2 Experiencia Nacional

A lo largo del país existen una serie de comunas que actualmente han tenido resultados exitosos en la gestión de sus RSD. Este éxito indica que separación en origen en primera instancia es fundamental para iniciar cualquier estrategia, también es importante evaluar las

⁶ [<http://habitat.aq.upm.es/dubai/96/bp373.html>]

características y capacidades de la comuna en conjunto con las alternativas disponibles e incorporar a la ciudadanía como principal responsable por su generación.

En la Tabla 27 se presenta un resumen de los algunos de los municipios que actualmente ponen en práctica tratamientos de valorización para sus residuos, el detalle de los tratamientos de valorización para las comunas nombradas se presenta en el Anexo II.

Tabla 27. Resumen de Municipalidades con Tratamientos de Valorización de RSD.

Municipios	Tratamientos de Valorización							
	Compostaje	Lombricultura	Digestión Anaerobia	Fermentación Alcohólica	Pirolisis	Gasificación	Incineración	Otros*
El Bosque	Si	Si	No	No	No	No	No	Si
La Florida	Si	Si	No	No	No	No	No	Si
Maipú	Si	No	No	No	No	No	No	Si
La Pintana	Si	Si	No	No	No	No	No	Si
Villa Alemana	Si	Si	No	No	No	No	No	Si

*Otros. Corresponde a otro tipo de tratamiento de valorización, ej.: reciclaje inorgánico, puntos Limpios, Sistemas de Eco barrios, entre otros.

6.2.3 Selección de alternativas

Con el fin de encontrar la opción más eficiente en cuanto a los requerimientos técnicos y económicos para el municipio, se realizó el análisis de las alternativas propuestas anteriormente, junto con las experiencias de otras municipalidades en la ejecución de estos tratamientos.

Se formularon cinco criterios, que fueron valoraron cuantitativamente (Tabla 28), dándole un peso de importancia (siendo 0.5, Baja Importancia; 1.0, Media Importancia; 1.5, Alta importancia), la valoración de los intervalos es a 1 a 3 (siendo 1, Bajo; 2, Medio; 3, Alto; o bien 1, Si; 3, No).

El método seleccionado estima la agregación del peso de importancia o relevancia que poseen los principales criterios de los tratamientos analizados. Estos valores fueron propuestos por un equipo multidisciplinario de la I. Municipalidad de Quilpué, Srta. María José Albanez, Jefa de la Dirección de Gestión Ambiental, junto a sus colaboradores, Sr. Felipe Arriagada, Jefe Departamento Aseo y Ornato, Sr. Danilo Muñoz, Encargado Departamento Gestión Ambiental, además de haber sido consultado a un panel de expertos pertenecientes al municipio, quienes avalaron la propuesta.

Con el fin de ordenar los datos de cada uno de los criterios analizados en los distintos tratamientos, se decidió agruparlos en intervalos. Como no existe un razonamiento determinado para establecer los intervalos, la solución sencilla en estos casos es estimar el número de intervalos que se desean fijar, en este caso se considerarán 3, a los cuales se les asignó una nota del 1 al 3 (que finalmente corresponde a cada uno de los intervalos).

Luego con los intervalos ya establecidos, se procedió a calcular la amplitud de cada uno de ellos en caso que corresponda (para dos de los criterios, disposición de terreno y costos de

inversión) que está dada por el rango (valores mínimo y máximo) dividido por el n° de intervalos.

Para el caso del criterio de Complejidad Operacional, el intervalo de baja complejidad operacionales definió como: la utilización de maquinaria convencional, sistema no mecanizado ni automatizado, mano de obra no calificada , mínimo recurso de personal especializado(a lo menos 1 profesional); para el intervalo de media complejidad se definió como: la utilización de maquinaria convencional con maquinaria especializada, sistema semi-mecanizado y semi- automatizado, mano de obra con mínima capacitación ,medio recurso de personal especializado (1 o más profesionales); para el intervalo de alta complejidad se definió como: la utilización de maquinaria especializada , sistema mecanizado y automatizado , mano de obra calificada y especializada en todas las etapas del sistema.

Finalmente, para el caso de los criterios que consideran como opción el sí o no en sus intervalos, se determinó el sí para la puntuación menor y él no la mayor puntuación, valores 1 y 3 respectivamente.

Los criterios de selección se definen a continuación:

- **Disposición de Terreno:** Es la superficie afectada por las acciones del proyecto o el alcance global sobre el factor ambiental, este lleva intrínseco las instalaciones y el uso de maquinarias necesarias para el proyecto;
- **Complejidad Operacional:** Conjunto de instrumentos, recursos técnicos o procedimientos empleados en una determinada operación, requerimiento de mano de obra especializada, mano de obra no calificada , logística, control de parámetros de proceso.

- **Compatibilidad con áreas productivas:** Es importante que la alternativa de valorización sea útil para una o más actividades productivas de la comuna, para que los beneficios que pueda conferir, se queden dentro de la comuna y potencie el desarrollo económico del sector;
- **Experiencias de otros municipios:** Corresponde a que la alternativa de valorización de la fracción orgánica de los RSD ha sido aplicada con éxito en otra comuna;
- **Costo de Inversión:** Corresponde al gasto monetario en la adquisición de capital fijo o capital circulante;
- **Sensibilización Ambiental:** La alternativa de tratamiento utilizada debe fomentar la concientización de la población para que esta ponga en práctica conductas pro-ambientales en el tema de manejo de la fracción orgánica los residuos sólidos, entendiendo que son parte del problema y una pieza clave en la solución.

En el análisis de alternativas de tratamiento y valorización de los residuos se describieron 7 potenciales alternativas, entre las cuales encontramos opciones de existen alternativas de tratamiento de conversión biológica y conversión termoquímica.

De las alternativas propuestas anteriormente se realizó la pre-selección. En este análisis se observó que los tratamientos con procesos de conversión termoquímicos son comunes en países desarrollados principalmente en Europa (INTI, 2010), esto se debe a que los países europeos tiene una alto nivel de organización con respecto al manejo de los RSU, recursos económicos adecuados para estos tratamientos, donde países como Alemania, Dinamarca y Holanda tratan sus residuos principalmente con el proceso de incineración.

Si se analizan las Tabla 29 y Tabla 30, se puede apreciar que la cantidad de Kilogramo per cápita en el año 2014 de incineración de residuos sólidos, es directamente proporcional al poder económico del país y su densidad poblacional, pero es inversamente proporcional a su superficie, es decir, que solo se lleva a cabo en regiones con capacidad técnica, económica, social y ambiental para gestionar los residuos de esos países, que además no cuentan con superficie para el tratamiento de los residuos sólidos.

Tabla 28. Valoración de Criterios de Selección

Criterios	Peso	Intervalo	Valoración
Disposición de terreno	0.5	Baja disposición [0 a 0,6 ha[1
		Media disposición [0,6 ha a 1,2 ha[2
		Alta disposición [1,2 ha a 2 ha]	3
Complejidad Operacional*	1.5	Baja	1
		Media	2
		Alta	3
Compatibilidad con áreas productivas	1.0	Si	1
		-	-
		No	3
Experiencias de otros municipios	1.5	Si	1
		-	-
		No	3
Costo de Inversión**	1.5	Bajo costo de inversión [0 US\$ a 38 US\$[1
		Medio costo de inversión [38 US\$ a 76 US\$[2
		Alto costo de inversión [76 US\$ a 115 US\$]	3
Sensibilización Ambiental	1.0	Si	1
		-	-
		No	3

*Complejidad Operacional: Corresponde a intervalo de baja complejidad operacional se consideró como la utilización de maquinaria convencional, sistema no mecanizado ni automatizado, mano de obra no calificada , mínimo recurso de personal especializado(a lo menos 1 profesional); para el intervalo de media complejidad se consideró en conjunto la utilización de maquinaria convencional con maquinaria especializada , sistema semi-mecanizado y semi- automatizado, mano de obra con mínima capacitación ,medio recurso de personal especializado (1 o más profesionales); para el intervalo de alta complejidad se consideró la utilización de maquinaria especializada , sistema mecanizado y automatizado , mano de obra calificada y especializada en todas las etapas del sistema.

** Costo de inversión: este rango de valores es en base a 100 [t] de residuos, con un máximo de 115 US\$ por revisión bibliográfica de este trabajo.

Las alternativas, como la incineración de residuos sólidos, a pesar de ser tecnologías relativamente antiguas, son proyectos viables solo cuando presentan alternativas de aprovechamiento de energía, como el caso de Noruega, que debe comprar residuos a países vecinos. Sin embargo, para el resto de los países, la rigurosa protección del aire implica una normativa que hace inviable, por costos a la incineración.

Además, las tecnologías de incineración, pirólisis y gasificación necesitan que en la composición de los RSD predomine la fracción inorgánica de estos, debido a que resulta energéticamente poco viable combustionar materia orgánica, debido a su alto contenido en agua, lo que implica, poderes caloríficos bajos que requieren alto consumo de combustible.

Tabla 29. Tratamientos de diferentes países europeos (a). Adaptado de Eurostat (2016).

Países	Generación de residuos kg per cápita	Residuos tratados kg per cápita	Vertederos	Incineración	Reciclaje	Compostaje y digestión
Europea Unión (28 países)	474	465	132	127	131	75
Europea Unión (27 países)	475	466	131	128	132	75
Bélgica	435	439	4	195	148	91
Bulgaria	442	416	307	7	94	8
Republica Checa	310	310	174	57	70	9
Dinamarca	758	758	10	412	204	132
Alemania	618	618	9	215	288	106
Estonia	357	303	23	169	95	17
España	435	435	240	54	68	74
Francia	509	509	131	178	112	87
Croacia	387	374	309	1	56	8
Italia	488	455	154	94	127	80
Chipre	617	581	467	5	83	26
Letonia	325	325	258	0	54	13
Lituania	433	425	255	38	91	41
Luxemburgo	616	616	110	217	174	114
Hungría	385	376	221	38	94	24
Malta	600	545	478	2	44	20
Holanda	527	527	8	251	125	143
Austria	566	547	23	206	144	175
Polonia	272	272	143	41	57	30
Portugal	453	453	222	94	74	64

Tabla 30. Tratamientos de diferentes países europeos (b). Adaptado de Eurostat (2016)

Países	Generación de residuos kg per cápita	Residuos tratados kg per cápita	Vertederos	Incineración	Reciclaje	Compostaje y digestión
Eslovenia	432	257	101	1	126	30
Eslovaquia	321	282	214	35	16	17
Finlandia	482	482	84	241	87	70
Suecia	438	438	3	217	146	72
Reino Unido	482	472	134	128	132	79
Noruega	423	414	12	224	110	68
Suiza	730	730	0	339	238	153
Serbia	302	236	234	0	2	0
Turquía	405	363	361	0	:	2
Bosnia y Herzegovina	349	234	234	0	0	0

Pero en América Latina y el Caribe no son apropiados para implementarlos, debido a que en estos países la organización de las instituciones involucradas es deficiente, por lo cual la planificación y funcionamiento de estos tratamientos no se llevarían a cabo de la mejor manera, dando por resultado malas prácticas y termino inadecuado de estos procesos; otra barreras el costo de inversión que requieren, ya que no resultan convenientes a pequeña escala; sin embargo, una de las consideraciones más importante son la cantidad y composición de los RSD, y luego la gestión que, de acuerdo a las políticas de manejo de RSD vigentes, no hacen rentable este tipo de tecnologías. Finalmente, su ubicación también es determinante, debido a los impactos negativos que pueden provocar al medio ambiente, pudiéndose generar conflictos socio ambientales.

Además, se estableció que los procesos de conversión termoquímicos solo deben ser usados en caso de que los residuos no puedan ser reducidos, reutilizados o reciclados, como se establece en la pirámide de jerarquización de los residuos (INTI,2010). De acuerdo a Steiner (2006), el aprovechamiento energético no siempre es práctico si existe una alternativa donde

el desecho brinda mayor utilidad, por ejemplo en una reutilización del material (reciclaje o reutilización de residuo).

Mucho se ha discutido de “alternativas de valorización”, pero existen dos errores, el primero es verlas como unidades independientes que solucionarán el problema por si solas y, el segundo, es olvidar que el hombre es el gran generador de residuos sólidos.

El concepto de valorización no solo debe responder a la recuperación de energía, sino también a la reinserción de la fracción de materiales al ciclo productivo. Sin embargo, la generación de residuos, como el centro del problema, radica fundamentalmente en el consumidor, que son las personas. Frente a esta reacción, el modelo económico como, por ejemplo, la responsabilidad extendida del productor (REP) reacciona con diseños o ecodiseños que generaran menor cantidad de residuos sólidos.

Debido a lo expresado anteriormente con respecto a los tratamientos de valorización energética a través de conversión termoquímica, se determinó que estos tratamientos no son adecuados para llevarse a cabo en la comuna de Quilpué, y en principio, a ninguna comuna del país.

La pre selección realizada anteriormente permitió descartar las opciones de tratamientos termoquímicos, como la gasificación, pirolisis e incineración, esto debido a que las alternativas mencionadas no son factibles técnicamente a nivel municipal, tampoco son compatibles con el tipo de residuo que se quiere tratar, es decir, no se obtienen los resultados óptimos solamente con la fracción orgánica de residuos (FORSD), además no fomentan hábitos sustentables para la ciudadanía, como el reciclaje y la separación en origen de los residuos y también porque aún no se instaura una política a nivel país que se haga cargo de ello.

La selección de las alternativas de valorización se procedió a la elaboración una matriz ilustrado en la que permitió la identificación de el/los tratamiento(s) restante(s) correspondientes a los de conversión biológica para el manejo de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD), considerando los criterios de selección mencionados anteriormente.

La selección de las alternativas de tratamiento de conversión biológica en la matriz, presentado en la Tabla 31 se determinó que mediante los puntajes obtenidos, los tratamientos de Compostaje y Lombricultura obtuvieron los menores valores correspondientes a 11, en comparación con los tratamientos de Digestión Anaeróbica y Digestión Fermentativa, los cuales obtuvieron puntajes, de 19,5 y 17,5 respectivamente.

Las alternativas de mayor puntaje quedarían descartadas debido, principalmente, al alto requerimiento de residuos para una producción estable de producto, ya sea de Biogás o de Etanol, además, no se obtuvo experiencias de estos tratamientos en otros municipios revisados por los autores, estos poseían un alto costo de inversión y no presentaron compatibilidad con las actividades productivas de la comuna, en el caso de la Digestión anaerobia esta alternativa tiene potencial para la comuna, el problema nace en el dónde y cómo se utilizará el biogás, ya que existen tres opciones:

- Fuera del lugar de tratamiento (Requiere construcción de gasoducto);
- En el lugar de tratamiento para generar electricidad (Inyección de energía al Sistema Interconectado Central (SIC); Venta de Bonos de Carbono);
- Solo quemarlo (Venta de Bonos de Carbono).

Para las primeras dos opciones se requieren más inversión para la creación de infraestructura no solo para el proceso en sí, sino también para distribuir esta energía ya sea mediante gaseoductos como también tendido eléctrico, además, se debe invertir en equipamiento para generar, almacenar y distribuir la energía dentro de la misma planta. La última opción es

la menos conveniente, ya que a pesar de transformar metano en dióxido de carbono (un gas de efecto invernadero menos nocivo para la atmosfera), supone un desperdicio de un combustible de gran potencial energético, que podría utilizarse y contribuir a la meta país de diversificar la matriz energética nacional, que es tener un 20% de la energía comercializada en base a energías renovables no convencionales (ERNC) para el año 2025 (MINENERGIA, 2013).

Finalmente las alternativas de valorización energética se ubicarían en el penúltimo escalón de la estrategia jerarquizada de los residuos, siendo desplazadas por las alternativas de compostaje y lombricultura las cuales se encuentran en un nivel superior dentro de la pirámide invertida. Estas dos últimas son las que llevarán a cabo en la valorización de estos residuos. Debido a la naturaleza de estos tratamientos, los residuos a tratar ya no será la FORSD propiamente tal, sino que será la parte compostable de esta fracción, conocida como FOC(Fracción Orgánica Compostable), siendo estos términos compatibles de aquí en adelante, es decir, serán análogos en su utilización.

Tabla 31. Matriz de selección de alternativa de tratamiento

	Alternativas de Tratamientos	Criterios de Selección						Total puntaje
		Disposición de Terreno	Complejidad Operacional	Compatibilidad con las áreas productivas	Experiencias en Chile (Municipalidades)	Costo de Inversión	Sensibilización Ambiental	
Tipos de alternativas	Compostaje	1,5	3	1	1,5	3	1	11
	Lombricultura	1,5	3	1	1,5	3	1	11
	Digestión Anaerobia	1,5	3	3	4,5	4,5	3	19,5
	Fermentación Alcohólica	1	3	3	4,5	3	3	17,5

6.2.4 Investigación de Mercado

Es necesario elaborar un estudio de mercado de los productos obtenidos de las alternativas seleccionadas de compostaje y lombricultura correspondientes a compost y humus. Con respecto a la lombriz roja californiana, esta es considerada como un subproducto del proceso de Lombricultura, es importante mencionar que este mercado es aun en incipiente en Chile, por lo que es complejo definir un precio para esta, que es un producto poco desarrollado en el país. Debido a esto y a la baja cantidad de lombrices requeridas y a las experiencias conocidas de otros municipios, se ha decidido que para no se tomaran en consideración este subproducto.

6.2.4.1 Identificación y caracterización del potencial consumidor Compost- Humus

Para los productos identificados, su uso se puede realizar en:

Mantención de áreas verdes municipales: El municipio utiliza estos productos en sus áreas verdes generando ahorro a las arcas municipales, ya que no será necesaria la utilización de fertilizantes químicos, además se coordinará con otros municipios para proporcionarle estos productos en la medida que ellos lo requieran.

Hogares: Se busca incentivar a las personas a utilizar los productos orgánicos que ofrece el municipio en sus huertas y jardines.

Sector agropecuario (rural): En las actividades agropecuarias rurales, se puede utilizar el compost y el humus, así reemplazar los fertilizantes químicos por orgánicos. La Tabla 32 ejemplifica el área de superficie (ha) del sector silvoagropecuario, forestal y áreas verdes, en donde queda demostrado que esta superficie representa una considerable porción de la superficie total de la comuna, lo que justifica el fuerte potencial que posee la comuna en la utilización de estos productos.

Tabla 32. Superficie en hectáreas de explotación
Fuente: Reporte estadísticos y comunales 2012. Censo Agropecuario 2007.

Tipo de Explotaciones	Superficie(ha)
Superficie Agropecuaria	39.789
Superficie Forestal	12.191
Superficie Áreas Verdes	33.2
Superficie Total	52013,2
Superficie total de la Comuna	53.690

6.2.4.2 Propiedades del Compost-Humus

Se propone el compost y humus dentro de las alternativas orgánicas existentes para abonar los suelos agrícolas. Estos productos son complejos en su composición, pues poseen todos los nutrimentos necesarios para la agricultura, donde sus propiedades nutricionales variarán dependiendo de los materiales empleados en su elaboración (Tabla 33), y de los parámetros estándar de calidad de cada uno de ellos (Tabla 34)

Tabla 33. Características de la composta.
Fuente: Lombricomposta y Composta de estiércol de ganado vacuno lechero como Fertilizantes y Mejoradores de Suelo. Olivares-Campos et al., 2012.

Característica	Composta
C (%)	14,91
N-total (%)	2,20
Relación C/N	7,05
N-NO3 (mg kg-1)	769,00
P (%)	0,14
K (%)	0,22
Ca (%)	0,95
Mg (%)	0,84
Na (%)	0,26

Fe (mg kg ⁻¹)	367,00
Zn (mg kg ⁻¹)	86,00
Mn (mg kg ⁻¹)	213,00
Cu (mg kg ⁻¹)	41,00
pH	7,42

Tabla 34. Parámetros estándar de calidad del Humus.

Fuente: *Lombricultura Rentable. Manual Teórico-Práctico Para La Cría Comercial De Lombrices (Segunda ed.). Gabetta (2009).*

Análisis Físico Bacteriológico	
Carga bacteriana	Mínimo de 6 a la décima por gramo
Nitrógeno %	1,5 a 5
Calcio (Ca ⁺⁺) %	3,8 a 13
Hierro %	1,3 a 1,6
pH	6,8 a 7,5
Fosforo (P ₂ O ₅) %	1,5 a 5
Cenizas %	50 +/- 20
Humedad %	30 a 40
Conductividad eléctrica mm hos/cm	3 a 4
Potasio (K ₂ O) %	1,5 a 3,5
Fracción orgánica %	50-20
Cadmio	4 ppm
Plomo	250 ppm
Mercurio	3 ppm
Cromo	25 ppm

Ambos poseen potencial para ser aplicados a todo tipo de suelo; su aplicación mejora los niveles de retención de agua, permite mantener un pH más cercano al óptimo, otorgándole propiedades para recuperar suelos degradados pero, a pesar de eso es poco usado en el país, preferentemente por desconocimiento de parte del agricultor de las características de estos abonos o incluso desconocimiento de su existencia (Hermosilla, 2005).

6.2.4.3 Precio y márgenes comerciales

El precio del compost y humus es variable, dependiendo de los costos operacionales en que tenga que incurrir el oferente del producto; para el caso del compost se pueden apreciar en la Tabla 35 y en la Tabla 36 para el humus.

Para realizar una comparación entre los diferentes precios de los productos es necesario que ambos estén en las mismas unidades de medida por lo que se utilizara las densidades del compost y humus, que acuerdo a Delgado, (2004) es de $513 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$ y $604 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$ respectivamente para pasar de unidad de volumen a unidad de masa.

Tabla 35. Precios para el Compost en Chile.

Vendedor	Unidad de venta	Precio[\$]	Precio Corregido [\$/Kg]
Easy	50 [Kg]	6.290	126
Homecenter Sodimac	50 [Kg]	5.810	116
Mercado libre	25 [Kg]	4.000	160
	25 [Kg]	5.000	200
Sodimac (Anasac)	80 [Kg]	6.990	87,4
Seragro	1 [m ³]	19.000	37
	50 [Kg]	3.000	60
Infoanuncios.com	1 [m ³]	25.000	49
olx	1 [m ³]	40.000	78
preciod.cl	1 [m ³]	14.000	27
	1 [m ³]	16.000	31

Tabla 36. Precios para el Humus en Chile.

Vendedor	Unidad de venta	Precio [\$]	Precio Corregido [\$/Kg]
Mercado libre	50 [Kg]	22.000	440
	800 [g]	1.200	1.500
	20 [L]	8.000	625
	500 [ml]	362,5	1.200
Sodimac (Anasac)	1[Kg]	2.290	2.290
Easy.cl (Roots)	3 [Kg]	3.690	1.230
www.humusdechile.cl	20 [Kg]	10.500	525
Growsweet	1[L]	690	1.142
Jardinsen.cl	1 [Kg]	1.200	1.200
afloragrowshop	2[Kg]	2.300	1.150

6.3 Propuesta de plan manejo para el aprovechamiento total o parcial de la FORSD.

Dentro de la propuesta se realizara la identificación de la normativa chilena aplicable más el desarrollo de la propuesta de plan manejo.

6.3.1 Identificación normativa chilena aplicable

Esta actividad consideró la revisión de la normativa chilena que tenga algún grado de relación con la propuesta, en las fuentes disponibles de la Biblioteca del Congreso Nacional y otras fuentes oficiales. Luego de revisada la página web de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, así como otras fuentes oficiales de información, se logró obtener un marco legal para los fines de esta propuesta, en el cual se incluyen leyes, normas y reglamentos que están asociados al manejo de residuos domiciliarios.

Debido a la carencia de una norma específica para el manejo de la FORSD, más aun para la FOC, no existe normativa que regule este tipo de residuos en específico. Pese a lo anterior, para efectos de este estudio se analizó el cuerpo legal descrito en la Tabla 37y además se examinó en detalle el D.S. N° 4740/47 Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales del Ministerio del Interior (ver Anexo III).

Tabla 37.Marco regulatorio para el manejo de residuos sólidos.

Cuerpo Legal	Materia que regula	Relación con la propuesta
Decreto 4740/1947, Ministerio del Interior.	Aprueba el Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales.	Se establecerán las condiciones sanitarias mínimas para el desarrollo de la propuesta.
D.F.L. Nº 725/1968 Código Sanitario (MINSAL).	Establece la obligación de las municipalidades para recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana (artículo 11, letra b).	Se revisó esta normativa pues en varios de sus artículos se alude a las responsabilidades que debe cumplir tanto la Autoridad Sanitaria como las Municipalidades frente el cuidado de la salud pública y el bienestar higiénico del país. Determina que es la Municipalidad el organismo encargado de recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana.
Ley Nº19.300 (modificada por la Ley Nº20.417/2010), Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. Ministerio de Secretaria General de la Republica.	Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Los proyectos que involucren plantas de compostaje tendrán que someterse al Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA), ya que en el Artículo Nº 10 de la Ley 19.300, determina que los proyectos que generen algún tipo de contaminación ambiental, en cualquiera de sus fases, deberá entrar al SEIA, y en su Letra O define que deberán someterse al proceso aquellos proyectos que contemplen 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.	Se cumplirá con los requerimientos exigidos por los sistemas de evaluación según la ley lo exija.
D.S. 40/2013 (modificado por el D.S. 63/2014), Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Ministerio de Secretaria General de la	Según el Artículo 3, letra 0.5. Los Proyectos que deben someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, como: plantas de tratamiento y/o disposición de	La población que se espera atender es superior a lo establecido por el decreto.

República.	residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a cinco mil (5.000) habitantes.	
D.S. 1/2013, Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC, Ministerio del Medio Ambiente.	Establece la información sobre las emisiones, residuos y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generados en actividades industriales o no industriales o transferidos para su valorización o eliminación.	Esta norma aplica ya que en su artículo 27 establece que las municipalidades deberán declarar, antes del 30 de marzo de cada año, los residuos recolectados por éstas o por terceros contratados por ella, durante el año anterior, a través del Sistema de Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).
Resolución Exenta N° 12359/2012, Guía Operativa del Programa “Manejo Integral de Residuos Sólidos”, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, Ministerio del Interior.	Establece los términos y condiciones que regirán las actividades que se desarrollarán bajo el “Programa Nacional de Residuos Sólidos” (PNRS) cuyo propósito del PNRS es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de centros urbanos y rurales a nivel nacional, a través de la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de residuos sólidos domiciliarios.	Esta resolución aplica ya que fija las directrices para el mejoramiento de las condiciones de salubridad y calidad ambiental.
Ordenanza N° 5/2015 de “Tarifas de Aseo para la Comuna de Quilpué”.	Establece condiciones generales para determinar el servicio de aseo domiciliario.	Es necesario tener conocimiento del costo por servicio de aseo para esta propuesta.
Decreto N° 47/1992 Ordenanza general de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (MINVU).	Establece los estándares técnicos de diseño y construcción que debe cumplir toda edificación, según su destino, en lo relativo a condiciones de incombustibilidad, salubridad y ventilación. Establece que la construcción, reconstrucción, reparación, alteración y ampliación de edificios requiere permiso de la dirección de obras municipales.	Es necesario conocer este decreto para posibles instalaciones que involucre la propuesta.
Decreto N° 270/1971, establece Plan Regulador Comunal aprobado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).	Establece un conjunto de normas sobre las adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional	Es necesario conocer este decreto para establecer planes de acción en cuanto al manejo desarrollado en la propuesta.

	<p>entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento.</p> <p>Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y energéticas, y demás aspectos urbanísticos.</p>	
Decreto Supremo N°594/2000, Ministerio de Salud.	Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.	Se establecerán las condiciones básicas para el desarrollo de la propuesta.
Decreto N°69/2006, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Economía, Fomento y Reconstrucción.	Aprueba Reglamento que Contiene Las Condiciones Generales para la Fijación de la Tarifa de Aseo que las Municipalidades Cobrarán por el Servicio de Extracción Usual y Ordinaria de Residuos Sólidos Domiciliarios.	Es necesario tener conocimiento del costo por servicio de aseo para esta propuesta.
Decreto de Fuerza de Ley N° 18.695/2006, Orgánica Constitucional de Municipalidades.	Establece como función privativa de las municipalidades el aseo y ornato de la comuna (artículo 3, letra f) y atribuye a la unidad de medio ambiente, aseo y ornato el servicio de extracción de la basura.	Es necesario conocer este decreto para establecer planes de acción en cuanto al manejo desarrollado en la propuesta.
Norma Chilena 3322/2013, Colores de los contenedores de Reciclaje, Instituto Nacional de Normalización (INN).	Esta norma establece un código de colores para identificar diferentes fracciones de residuos, incluyendo una simbología y textos. Los colores definidos para las fracciones de residuos, son aplicables a los paneles visuales de identificación de residuos.	Se requiere el conocimiento de esta normativa para la ejecución del plan.
Norma Chilena Oficial 2004: Compost – Clasificación y Requisitos (Instituto Nacional de Normalización- Chile)	Ésta Norma busca promover la gestión adecuada y valorización de los subproductos y residuos sólidos orgánicos, evitar la diseminación de plagas, enfermedades y malezas que puedan venir incorporadas en el producto, junto con promover y fomentar el desarrollo de la industria nacional del compost.	Se requiere el conocimiento de esta normativa para la ejecución del plan.

6.3.2 Desarrollo de la Propuesta de Manejo de la FOC

El desarrollo de la propuesta de manejo se basó en los objetivos anteriores, ya sea en el diagnóstico de la comuna en cuanto a sus características generales y al manejo de los residuos sólidos domiciliarios, también en selección de las alternativas de aprovechamiento para la FORSD, en donde se pudo identificar que el municipio carece de manejo, tratamiento o valorización para esta fracción y, asimismo, a través de la normativa aplicable a esta temática, teniendo en cuenta que en esta última consideración no existe una normativa específica para este tipo de residuos.

También es importante destacar que en el diseño del plan de manejo, se utilizaron como inputs una serie de datos basados en la propuesta de la planta de valorización para la FOC (ver Anexo IV).

6.3.2.1 Contenidos de la Propuesta de Manejo

1. Nombre del Plan de Manejo

Plan de Manejo para la Fracción Orgánica Compostable (FOC) con técnicas de Compostaje y Lombricultura

2. Objetivo

Desarrollar un Plan Manejo de la FOC con la técnica de compostaje y lombricultura para la comuna de Quilpué.

3. Alcance

El alcance del Plan de Manejo comprende todos los procesos de este, que incluyen la recolección, el transporte y retiro de los residuos, tratamiento y disposición final de esta fracción de estos, generados en los hogares de la comuna de Quilpué.

4. Planificación

4.1 Requerimientos

En la Tabla 38 se presentan los documentos que tienen relación con la propuesta del plan.

Tabla 38. Documentación Requerida

Documentos a considerar
D.S 4740/1947, Aprueba el Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.
Decreto Nº 270/1971, establece Plan Regulador Comunal aprobado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).
Ley 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994)(modificada por la Ley Nº20.417/2010),
Norma Chilena Oficial 2880-2004, Compost: Clasificación y requisitos (2004).
Decreto de Fuerza de Ley Nº 18.695/2006, Orgánica Constitucional de Municipalidades.
Norma Chilena 3322-2013, Colores de contenedores para identificar fracciones de residuos (2013).
Decreto de Fuerza de Ley 725; Decreto 725, Código Sanitario (1968, última versión 2014)
Manual de Compostaje Municipal, (2006). Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Elaborado por Rodríguez&Córdova, A.
Manual de Compostaje para Municipios, (2002). DED/Ilustre Municipalidad de Loja. Elaborado por Röben, Eva.
Díaz, E. (2002). Guía de Lombricultura: Una alternativa de producción, para emprendedores y productores agro. Municipalidad de La Rioja, Argentina.

4.2 Programa del Plan de Manejo

En la Tabla 39 se presenta la programación de la etapa de estructuración y de implementación del plan cuya duración es de cuatro meses. En cuanto a la ejecución del plan esta posee una duración a largo plazo, alrededor de 10 años con seguimiento, control y evaluación constante del plan.

Tabla 39. Programa para la estructuración e implementación de la ejecución del Plan de Manejo

Mes		1				2				3				4			
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Programa - Carta Gantt Plan de Manejo Residuos																	
Estructuración	1.- Evaluación y Aprobación del Plan de Manejo Residuos																
	1.1.- Verificación	■															
	1.2.-Evaluación	■	■														
	1.3.-Aceptación de la propuesta		■	■													
	2.- Coordinación general del Proyecto																
	2.1.- Levantamiento de Actividades para la Puesta en marcha			■													
	3.- Gestión de Adquisiciones																
	3.1.- Cotización de ítems			■	■												
	3.2.- Adquisición de insumos				■	■	■										
	3.2.-Adquisición de maquinarias				■	■	■	■									
3.3.- Construcción de Obras Físicas				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
4.- Gestión de Recursos Humanos																	
4.1.- Contratación de Personal				■													
Implementación	5.- Implementación de Recursos Adquiridos																
	5.1.-Distribución y Localización				■										■	■	
	6.- Capacitación e Inducción del Personal																
	6.1.- Inducción Básica Manejo de Residuos												■				
	6.2.- Gestión Adecuada Manejo de residuos												■				
	6.3.- Entrenamiento del Personal												■	■			
	7.- Inicio del Plan de Manejo																
	7.1.- Puesta en Marcha del Plan																■
	8.- Seguimiento y control																■
9.- Evaluación																■	

5. Implementación y Funcionamiento

5.1 Estructura Organizacional

El Plan de Manejo de la FOC obedece a la siguiente estructura indicada en la Figura 26.

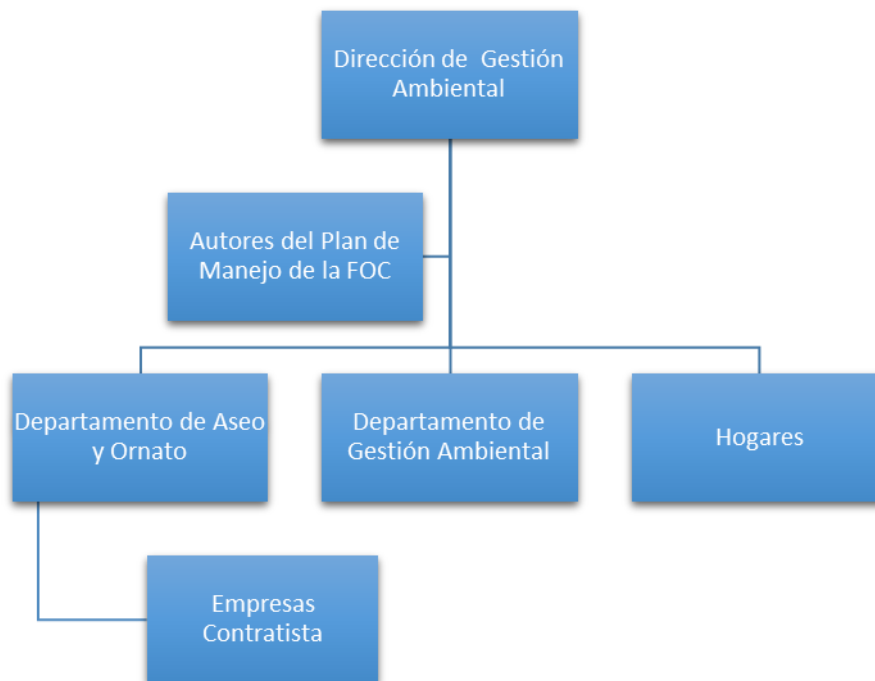


Figura 26. Organigrama para el Plan de Manejo de la FOC.

5.2 Responsabilidades

En Tabla 40, se definen las responsabilidades y funciones de los principales actores de la propuesta

Tabla 40. Responsabilidades para la logística de implementación del Plan de Manejo de la FOC.

Responsable	Función
Autores del plan de manejo de la FORSD	Diseño del plan de manejo de la fracción orgánica de los RSD, con técnica compostaje y lombricultura.
Dirección Gestión Ambiental, Ilustre Municipalidad de Quilpué.	Coordinación e Implementación.
Hogares de la comuna de Quilpué	Separación en la FOC
Departamento de Aseo y Ornato (Empresas contratistas).	Retiro y Transporte
Departamento de Gestión Ambiental (Empresas Contratistas).	Compra de implementos, utensilios, maquinarias, entre otros, necesarios para la realización del plan de manejo.
	Tratamiento de la FORSD
	Venta de los productos, Compost y Humus.
	Realizar control, seguimiento y evaluación de la implementación del plan.

5.3 Descripción de Funciones

Una vez propuesto el plan de manejo para la FOC se realizan una serie de etapas.

1) Coordinación, Estructuración e Implementación del Plan de Manejo

Los autores del proyecto deberán presentar el plan de manejo a la Dirección de Gestión Ambiental, mediante reuniones formales para organizar y discutir todos los aspectos que implica la implementación de este. Para poder implementarlo se deben cumplir con los requerimientos normativos aplicables al plan.

Entrenamiento del personal

Una vez aprobado el plan, la DIGA deberá coordinar y analizar la logística para llevar a cabo el plan, para esto lo primero es realizar un entrenamiento a cada persona que trabaje en este

organismo, para que cada uno de ellos tenga las aptitudes y actitudes necesarias, acordes con el trabajo u actividades que realicen.

Inducciones y Capacitaciones

Se deberá realizar Inducciones y Capacitaciones a empleados y a toda persona que realice alguna acción relacionada con el plan de manejo (Personal de la DIGA, Empresas Contratistas, entre otros).

Los objetivos de la inducción y capacitación son entregar al personal que tenga injerencia en el plan, los conocimientos básicos necesarios para el manejo responsablemente de los residuos. Se sugiere realizar cursos de capacitación a los distintos actores que tienen injerencia en el manejo de residuos, con una frecuencia de dos años para de esa forma actualizar los conocimientos, cuando fuera necesario.

Los contenidos mínimos que debiera abordar una capacitación dependiendo a quien esté dirigida son:

Para el caso de los funcionarios de la DIGA:

- Introducción/Bases residuos Orgánicos
- Definiciones.
- Manejo de equipos y conocimientos de las rutas que deberán emplearse para el manejo internos de los residuos peligrosos.
- Sistema de registro utilizado por la dirección para registrar acciones del plan.

Para el caso de los funcionarios de la Empresa Contratista:

- Introducción/Definiciones.
- Operaciones de transporte y eliminación.

- Manejo de equipos y conocimientos de las rutas que deberán emplearse para el traslado de los residuos.

Charlas de Evaluación

Periódicamente se realizarán Charlas de Evaluación para incentivar y motivar al personal, concientizándolo acerca de su rol y las capacidades que poseen, dando un espacio para la contribución al plan de manejo de residuos y permitiendo la retroalimentación, participación e inclusión de los empleados en el sistema que ellos mismos utilizan. Las Charlas estarán a cargo de una persona designada por la DIGA que se competente en estos temas (ver Anexo VI).

En cuanto a la Campaña de Educación Ambiental se deben realizar jornadas de educación Ambiental, campañas de difusión, ejecutar reuniones con juntas de vecinos, talleres. Esto se especifica en el Anexo VII.

Para verificar si la propuesta puede llevarse a cabo, el municipio deberá establecer encuestas presenciales y periódica a los hogares, además de realizar propuestas de incentivación, entregando estímulos económicos para romper la barrera del saber, querer y poder en los usuarios

Para poner en marcha el plan también será necesario que la DIGA se haga cargo de adquisición de todo lo requerido para ello, tales como, construcción de instalaciones, cotización, gestión de adquisiciones y compra de maquinarias, equipos, insumos, equipamientos, equipamiento menor (contenedores), generación de documentos informativos, afiches, etc.), ente otros, tal como se ilustra en el programa de la propuesta.

Por último será necesario realizar el control, seguimiento y evaluación del plan a cargo de la DIGA, quien deberá completar registros de control y levantar información según el

seguimiento del funcionamiento del plan. Una vez tenido los registros de control los mismos se encargaran de su evaluación.

II) Separación del residuo(FOC)

Debido a que no existe una norma que obligue a las personas a separar sus residuos en los hogares, será necesario que el municipio promueva la separación de distintas maneras una de ellas es entregar incentivo económicas a la comunidad.

Para la realización de esta operación el municipio (DIGA) se encargara de la de gestión y compra de los contenedores que ayudaran a la segregación de la FOC. Además se harán del traslado de los mismos a los hogares, mediante transporte municipal (camionetas y camiones propios del municipio).

Una vez que el plan entre en funcionamiento, el municipio deberá establecer encuestas presenciales y periódicas a los hogares para verificar como se está llevando a cabo la operación.

Una vez generados los residuos, estos requieren ser envasados para su posterior manejo de forma segregada en fracción orgánica compostable y la fracción resto (correspondiente a la fracción inorgánica). Para la segregación se le facilitara a cada hogar un contenedor de color café, cuya capacidad se encuentre entre los 40-60 litros. Esta separación debe estar regulada de acuerdo a la Norma Chilena 3322/2013, establecida por el MMA, que establece un código de colores para identificar diferentes fracciones de residuos, incluyendo una simbología y textos tal como lo ilustra la Figura 27.



Figura 27. Colores de contenedores para distintos residuos.
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2015

El depósito de los residuos debe ser realizado en contenedores resistentes al residuo que contendrá y a prueba de filtraciones, debiendo cumplir, además, con estar en buen estado, ser resistente a la manipulación a la que se verá sometido durante los procesos de carga y descarga, garantizando en todo momento su estanqueidad. Los materiales deben ser de tipo resistente que permitan mantener las condiciones ideales para las características de este tipo de residuos Figura 28 y Tabla 41.

El Instructivo Separación FOC en Hogares IS 001 señala en detalle las buenas prácticas en esta tarea, especificando el correcto uso del contenedor y el tipo de residuos que deben ser depositado en él (ver Anexo VI). La entrega de este será junto a la del contenedor.



Figura 28.Contenedor tipo para la Fracción Orgánica Compostable de los RSD.

Tabla 41. Características contenedor FOC.

Especificaciones Contenedor	
Marca del Contenedor	IUT
Capacidad	35 L
Altura	50 cm
Proveedor	Comercial RIGA Lta.

El número de contenedores dependerá directamente del número de usuarios del servicio de recolección de RSD de la comuna. Este número para el año 2016 según la Ilustre Municipalidad de Quilpué es de 56.000 usuarios, por lo tanto los autores estiman que se deberán adquirir 30.000 contenedores aproximadamente.

II) Retiro y Transporte de los Residuos (FOC)

Esta operación se fundamenta en la Ley N° 18.695/2006, Orgánica Constitucional de Municipalidades, que estipula en su decreto que el municipio debe hacerse cargo del retiro y transporte de los residuos. Además el Decreto 4740/47 del Ministerio del Interior, dicta el que hacer y cómo hacerlo. De lo acuerdo a lo anterior y para dar cumplimiento a la normativa aplicable el proceso se ajustara a ello.

La segregación propuesta requiere de un rediseño del servicio de recolección de los RSD actual, una que implique la recogida tradicional y otra que se haga cargo del retiro de la fracción que compete al plan. Esta estará a cargo de la empresa contratista a cargo de este servicio. La empresa acordó mantener el servicio tradicional y además prestara otro servicio de retiro y transporte para la FOC mediante camiones con batea sin compactador (Figura 29).

Las especificaciones de la flota de camiones, tal como lo indica la Tabla 42 para operación de retiro y transporte, se obtuvo a través del pre diseño de planta de aprovechamiento. Se dispondrá de una flota equivalente a 2 camiones con capacidad de carga de 10 [t].



Figura 29. Camión con Tolva. Hyundai Camiones ,2016.

Tabla 42. Flota de camiones para la recolección de la FOC.

N° de camiones	Capacidad de cada camión [t]	N° de viajes por camión	Capacidad de recolección flota [t]
2	10	2	40

El servicio de retiro y transporte destinara tres días (martes, jueves, sábado) (Tabla 43) para la recolección de la FOC. La distribución se realizó de esta forma para evitar la acumulación excesiva de residuos. Este nuevo servicio debe ser incorporado al actual sistema de monitoreo de camiones recolectores, mediante seguimiento por GPS, con motivo de controlar los tiempos, rutas y frecuencias de cada camión. Las rutas de este servicio se ajustaran al sistema de rutas que opera actualmente en la comuna.

Tabla 43. Servicio de Retiro y transporte de FOC.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Recolección		Recolección		Recolección	

Luego de que los camiones alcancen su máxima capacidad de almacenaje, estos se trasladaran a la planta de aprovechamiento.

Los trabajadores pertenecientes a la empresa contratista serán capacitados para tener conocimiento sobre los tipos de residuos que trasladan y la correcta manipulación de ellos, ya sea cerciorándose que las bolsas que contienen los residuos no tengan filtraciones, estén bien cerradas y lleguen en buenas condiciones a destino. En el Anexo VI se presenta el procedimiento de capacitación para los trabajadores.

La empresa contratista deberá encargarse del mantenimiento y la limpieza de estos camiones, y además el departamento de aseo y ornato deberá llevar constancia de esto a través de un registro que certifique el cumplimiento de mantenimiento y limpieza.

III) Tratamiento de la FOC

Para llevar a cabo el tratamiento es primordial la construcción y operación de la planta, para esto se deben considerar requerimientos técnico, normativos, operacionales, entre otros. A continuación, se han definido algunos de estos.

En cuanto a los requerimientos técnicos, para la construcción de la planta de acuerdo a la CEMPRE (1998), Independiente del tipo de técnica utilizada se debe considerar las siguientes áreas para instalar una planta de compostaje, son los siguientes:

- **Recepción:** Donde se debe controlar el flujo de camiones, tanto de entrada (insumos) como de salida (compost).

- **Balanza:** No es vital en el desarrollo del compostaje, pero permite tener un cotejo de los residuos que entran con el producto final que sale. Se pueden utilizar balanza mecánicas simples o digitales.

- **Patio de Recepción:** Lugar en que los camiones disponen los residuos a tratar.

- **Patio de compostaje:** Es la zona donde el material sufrirá la descomposición microbiológica.

- **Acondicionamiento y almacenamiento:** Consiste principalmente en un lugar donde se pueda tamizar el material según las características que se deseen obtener finalmente del compost y el almacenamiento debe realizarse bajo techo para no alterar las condiciones obtenidas.

- **Otras instalaciones:** Para el funcionamiento de la planta es necesaria la implementación de comedores, camarines y sanitarios para el personal, además de una oficina para la administración. Si los recursos económicos lo permiten se puede construir un laboratorio para analizar las condiciones finales del producto (compost).

En cuanto a los requerimientos legislativos necesarios para la construcción deben considerar al menos las siguientes herramientas normativas:

- Plan Regulador Comunal (PRC)
- Plan Desarrollo Comunal (PLADECO)
- Identificación de los Permisos Ambientales Sectoriales del D.S 40/13 RSEIA, en sus artículos 138, 140, 142, 148,160. Estos son aquellos permisos o autorizaciones sectoriales que otorgan los órganos de la administración del Estado y que tienen un objeto de protección ambiental. En el Título VII del RSEIA se establecen 50 PAS, señalando sus requisitos de otorgamiento y los contenidos técnicos y formales para acreditar su cumplimiento
- Decreto Supremo N° 594/1999, Ministerio de Salud, “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”.
- Restricciones SEPI, que establece organización de rellenos urbanos define restricciones (distancias mínimas a cursos de agua, tipos de suelo, cobertura vegetal, distancia a la población, etc.

El tratamiento del residuo y todas las operaciones realizadas serán ejecutados en la planta, a continuación se presentan las principales operaciones de la planta.

- **Recepción y Acopio temporal de la materia prima**

Una vez realizado el retiro desde los hogares, se trasladaran a las dependencias de la planta, en donde serán recepcionados y acopiados temporalmente. Luego, la materia compostable será trasladada al terreno dispuesto, para formar las pilas de compostaje. Esta operación estará emplazada en una zona techada.

- **Tratamiento de Compostaje**

El sistema que se usara para el proceso será un sistema abierto de pila dinámica de volteo, este volteo será realizado por una maquina volteadora, remolcada por un tractor y se realizara una humectación de las pilas cada 2 semanas a cargo de los operarios, finalizado el proceso de descomposición se retirara un porcentaje de material para trasladarlo a la zona de lombricultura, después de terminado el proceso completo de compostaje este será retirado para ser trasladado a la zona de afinado y envasado.

En cuanto a las condiciones de manejo de las pilas de compostaje se hará una diferenciación durante las estaciones del año (Invierno – Verano), destacando que en los meses de invierno las temperaturas descienden considerablemente y se generan precipitaciones recurrentes, esto se determinó debido al análisis realizado en los capítulos anteriores, en el estudio de las características de la comuna. Por lo anterior será necesario que las instalaciones cuenten con un piso firme y con protección en épocas de lluvias, para evitar exceso de humedad en las pilas de compost y la pérdida de los nutrientes solubles en agua.

- **Tratamiento de Lombricultura**

El proceso de lombricultura se iniciara con la llegada del material con un pre-proceso de descomposición proveniente del proceso de compostaje, esto debido a la necesidad de material ya preparado para que las lombrices puedan empezar a transformar la materia en humus, este material será transportado a las bateas. La alimentación de las lombrices será por una sección de las bateas. Esto se realizará manualmente por los operarios debido a que se necesita una migración de las lombrices, así ingresara por un extremo material fresco y por el otro saldrá material ya procesado, el material ya terminado por el proceso se enviara a la zona de afinado y envasado.

- **Afino y Envasado**

El material proveniente de la zona de compostaje y lombricultura será trasladado a la zona de afino mediante el tractor con batea, en donde se llevara a cabo el proceso de afino del material mediante un harnero fino, el proceso completo estará a cargo de los operarios requeridos, quienes deberán regirse por el procedimiento correspondiente(ver Anexo VI).

- **Almacenamiento Temporal**

El almacenamiento temporal del producto se debe realizar en un sitio posea con alguna de las condiciones siguientes, debe tener una base continua, impermeable y resistente a los residuos almacenados. Estar techado y protegido de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.

En cuanto la distribución de los productos obtenidos, estos serán transportados por un vehículo municipal a los dependencias donde sea necesario.

- **Producto Final**

El material obtenido deberá cumplir con la Norma Chilena Oficial 2880-2004, Calidad de Compost que define dos clases de compost, según el uso final y exigencias establecidas. Es por lo anterior que todas las operaciones dentro de la planta buscar generar un producto de la más alta calidad, es decir, Compost Clase A.

VII) Distribución

El municipio establecerá los lugares donde sean requeridos los productos de compost y humus. En cuanto la distribución de los productos obtenidos, estos serán transportados por un vehículo municipal a los dependencias o áreas donde sea necesario. Estas pueden ser las dependencias de la Municipalidad de Quilpué (áreas verdes y jardines), el zoológico

municipal, los hogares que requieran de este producto, lugares dentro y fuera de la comuna, ya sea en tierras agrícolas, zonas rurales, y como en otras ciudades.

También los productos se incorporaran al mercado para su venta, a precios competitivos, debido a que la introducción de nuevas normativas abrirá diferentes mercados y asociaciones que permitirán que estos productos se comercialicen de forma eficiente.

5.4 Resumen Manejo Residuo (FOC).

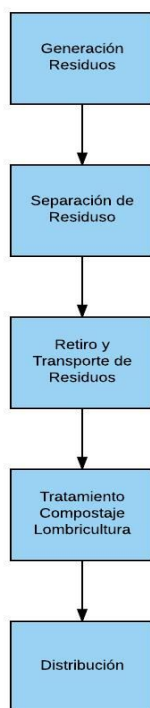


Figura 30. Resumen Manejo de FOC

5.5 Control y Seguimiento de la Propuesta

Una vez implementado el plan, es necesario que el departamento de gestión ambiental lleve un control en cuanto al funcionamiento de este, realizando así un seguimiento del proyecto. Es necesario que el control se realice trimestralmente y que esta considere el

funcionamiento completo del plan y su resultado será tabulado tal como se muestra en la Tabla 44 y Tabla 45.

Tabla 44. Registro de control y seguimiento

Encargado:		
Fecha de Control	Calificación de funcionamiento	Observaciones

En cuanto a las calificaciones del funcionamiento que incluyen:

- La separación de los residuos.
- Recolección de los camiones
- Funcionamiento de la planta
- Calidad de compost y humus
- Distribución de compost y humus

Tabla 45. Parámetros para la clasificación del funcionamiento del plan.

Calificación del funcionamiento	Descripción
Optimo	El proceso funciona con total normalidad, no se encuentran problemas.
Regular	El proceso funciona de manera regular, se detectan pequeños problemas que entorpecen el éxito del proceso.
Ineficiente	El proceso no funciona o posee evidentes problemas.

5.5 Evaluación

Ya contando con datos de los registros de control del funcionamiento del plan, la dirección de gestión ambiental es el responsable de ejecutar reuniones entre sus miembros para evaluar el proyecto. Esta evaluación contempla analizar los resultados del proyecto y las medidas correctivas, en el caso que sean necesarias.

5.6 Consideraciones sobre normativas

El Código Sanitario en su Artículo 78° señala un reglamento que fija las condiciones de saneamiento y seguridad relativas a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios. Este reglamento se conoce como "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" D.S. N°95 de 2001, del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia que señala en su Artículo 93° los permisos y requerimientos para la construcción, modificación y aplicación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase. Si el proyecto se presenta como Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, se debe señalar medidas de control y factores que puedan alterar la salud de los habitantes en el lugar de emplazamiento. Si bien, esta normativa es aplicada a proyectos de gran escala, es necesario contar y registrar la mayor cantidad de información del proyecto de compostaje y lombricultura (cabe señalar que para este trabajo como ya se ha mencionado anteriormente el diseño de la planta será un inputs para la propuesta de plan de manejo planteado) tanto en el control como en el mantenimiento del proyecto.

Por otra parte, el Artículo 80° del Condigo Sanitario señala que el Servicio Nacional de Salud es el ente responsable de la autorización de instalaciones y de las vigilancias en el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase. Este Artículo puede influir en el proyecto debido a que es necesario realizar la gestión para obtener una autorización del Servicio Nacional de Salud, quien determinara las condiciones sanitarias y de seguridad que deben cumplirse para evitar peligros para la salud de las personas.

6. Procedimientos e Instructivos

En la Tabla 46 se presenta la lista de procedimientos e instructivos del plan de manejo para la FOC, por efectos de tiempo y logística se establecieron algunos de ellos.

Tabla 46. Procedimientos e instructivos del plan de manejo.

Código	Nombre	Materia
PC- FOC 00	Procedimiento Base	Procedimiento de apoyo. Su finalidad es ayudar en la creación o modificación de los demás procedimientos.
PC-FOC 001	Retiro de Residuos FOC	Establece las instrucciones a seguir para la actividad de retiro de FOC.
PC-FOC 001	Limpieza y Mantenión de Camiones	Establece las acciones para la Limpieza y Mantenión de Contenedores.
PC-FOC 002	Contingencia ante no retiro de Residuos FOC	Establece las acciones ante el no retiro de FOC.
PC-FOC 003	Procedimiento Afino y Envasado	Establece las acciones para la Procedimiento Afino y Envasado
PC-FOC 004	Contingencia ante no funcionamiento de la planta de valorización	Establece las acciones a seguir por el parcial o total paralización de las funciones de la planta de valorización
IB 00	Instructivo Base	Instructivo de apoyo. Su finalidad es ayudar en la creación o modificación de los demás instructivos.
IS 01	Instructivo Separación FOC en Hogares	Establecer la forma en que se debe separar la FOC de los otros residuos
ILM 02	Limpieza y mantención de contenedores en hogares	Establece las instrucciones para el mantenimiento apropiado de los contenedores

6.4 Pre factibilidad Económica de la Alternativa Propuesta

Para llevar a cabo el plan de manejo propuesto en el presente trabajo, es necesario hacer un análisis económico, que es una comparación entre los ingresos que se originan y gastos en que se debe incurrir para el funcionamiento del proyecto, estas se comparan en una unidad de tiempo establecida y se contrastan en lo que se denomina flujo de caja.

Para esto, se realizaron cotizaciones formales e informales de los costos de inversión y operación, tanto directa como indirecta, de manera tal de analizar los costos/beneficios y determinar la rentabilidad del proyecto.

Se trabajó con la Unidad de Fomento (UF) del 01 de Febrero del 2016, cuyo valor alcanzó los \$25.629,09. Esta unidad se incrementa en función del índice de precios al consumidor y se absorben incrementos en servicios e hidrocarburos, por lo que es una metodología adecuada para analizar las situaciones con valor futuro.

6.4.1 Costos del plan propuesto

Parte de los costos que serán necesarios de realizar se enfocan en la implementación y funcionamiento del plan de manejo propuesto, estos se estimaron a partir de la cantidad de materiales, equipos, entre otros, con sus respectivos precios reportados en catálogos y cotizaciones, también se realizó a través de los costos de construcción y operación de planta (remuneraciones, combustibles, mantenciones, entre otros).

Evaluación de costos de inversión para la implementación de la propuesta

De acuerdo al diseño del plan de manejo descrito anteriormente se evaluarán los costos e inversiones asociados a este plan.

- **Charlas y Capacitaciones**

Comprende a las charlas y capacitaciones de los operarios y funcionarios de la municipalidad y de las empresas contratistas. Para esto se desarrollaran charlas e inducciones como se menciona en la propuesta de plan de manejo, estas capacitaciones serán realizadas por el personal de la dirección de gestión ambiental de la Ilustre Municipalidad de Quilpué, por lo tanto no se incurrirá en gasto de contratación de personal. Solo se generan gastos a partir de equipos y materiales de uso cotidiano en las oficinas de la dirección de gestión ambiental por lo que el gasto será mínimo para este proyecto. Para la realización de reuniones y conferencias, charlas serán utilizadas las dependencias del municipio (Tabla 47).

Tabla 47. Materiales de oficina capacitaciones

Materiales de Oficina			
Materiales	Cantidad	Precio por unidad	Precio Total
Lápices de Pasta	20	\$ 150	\$3.000
Resma de Hojas	6	\$3.320	\$19.920
Notebook Hp	1	\$175.000	\$175.000
Impresora	1	\$45.000	\$45.000
Cartucho de tintas	10	\$11.000	\$110.000
Libros de Registro	2	\$3.100	\$6.200
Subtotal			\$359.120
Total UF			14,012

- **Campaña Jornadas de Educación Ambiental**

Para la campaña de educación ambiental se prevé una duración de tres meses dentro de los recursos materiales se considera la utilización de la infraestructura que no tendrá costo para el municipio, tales como las sedes vecinales, salas de reuniones del municipio, aulas de clases y staff de ferias ambientales, en donde se llevaran cabo los talleres, charlas y reuniones

informativas. Los materiales a utilizar para la realización de la campaña educativa en donde sí se incurrirá en gasto por parte del municipio será en el material de difusión (trípticos, afiches, flyers), además se harán propagandas informativas en radios locales (Radio Marga-Marga y Radio Amistad FM), las cuales serán sin costo, también se integrara información del plan de manejo a la página web de la municipalidad, asimismo no se contratara personal para las campañas de educación, serán los integrantes de la Dirección de Gestión Ambiental los encargados de esta tarea, en la Tabla 48 se detallaran las cantidades y precios que tendrá la campaña de educación ambiental.

Tabla 48.Costos Campaña Educación Ambiental.

Material de Difusión				
Recurso	Empresa	Cantidad	Precio Unitario Neto (I.V.A incluido)	Total
Afiches 110x70 [cm]	Imprenta 1177	1500	\$ 400	\$ 600.000
Flyers 25x40 [cm]	Imprenta 1177	1000	\$ 500	\$ 500.000
Tríptico 20x25 [cm]	Imprenta 1177	2500	\$ 100	\$ 250.000
Subtotal				\$ 1.350.000
Infraestructura				
Recurso				Total
Salas de Reunión				\$ 0
Sedes Vecinales				\$ 0
Aulas de clases				\$ 0
Staff				\$ 0
Subtotal				\$ 0
Jornadas de Educación Ambiental				
Actividad	Detalle	Precio por unidad o actividad	Precio Total	
Realización de charlas a las juntas de vecino	Dictadas por 3 personas de la Dirección de Gestión Ambiental	\$0	\$0	
Realización charlas a establecimientos educativos		\$0	\$0	
Realización de charlas		\$0	\$0	

educativas dependencias del Municipio			
Compra de bebestibles y comestibles para jornada de educación	Agua o jugos (100 botellas)	\$990	\$99.000
	Paquetes de galletas (200 unidades)	\$350	\$70.000
	Bolsas de Caramelos (50 unidades)	\$1300	\$65.000
Subtotal			\$234.000
Propaganda			
Recurso	Empresa	Cantidad (Anuncios)	Precio Total
Propagandas Radiales	Radio Marga-Marga	270	\$ 45.000
	Radio Amistad FM	270	\$ 45.000
Páginas Web	I. Municipalidad de Quilpué		\$ 0
Subtotal			\$ 90.000
Recurso Humano			
Recurso	Empresa	Horas (mensual)	Precio Total
Equipo Técnico	I. Municipalidad de Quilpué	45	\$ 0
Subtotal			\$ 0
Total			\$ 1.674.000
Total UF			65,316

Separación

Esta comprende la separación en origen de los residuos (FOC y resto de residuos) .Para lograr la separación en origen por parte de la población se dispondrán contenedores específicos para la FOC, se distribuirán unos 30.000 contenedores con una capacidad de 50 [L]. La Tabla 49 se muestra el precio de los contenedores.

Tabla 49. Inversión contenedores para la FOC.

Modelo	Empresa	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Basurero IUT 50 lt	Comercial RIGA Limitada	\$ 8.990	30.000	\$ 269.700.000
Total + I.V.A.				\$ 269.700.000
Total UF				10.523,198

Retiro y Transporte de los residuos

En cuanto al servicio de retiro y transporte el municipio acordó mantener el servicio actual de los RSD a cargo de la empresa COSEMAR, con camiones con batea sin compactador para la FORSD. Por lo cual el gasto de recolección será aproximado a \$37.000.000 que en UF sería de 585,27. Se determinó de esta manera a través de una reunión con el jefe del departamento de aseo y ornato que índico estas tarifas actualizadas.

Evaluación de costos de obras físicas y funcionamiento de instalaciones para la propuesta

Esta comprende la construcción y funcionamiento de la planta de Tratamiento Compostaje-Lombricultura, en el cual se detallaran los gastos de construcción y operación de la planta.

Construcción de la planta de Tratamiento

Para esta etapa será necesaria la construcción de todas las zonas de la planta, desde la oficina administrativa, la zona de acopio, zonas de compostaje y de lombricultura, zona de afino, envasado y almacenaje, entre otras. Los costos totales de las obras civiles se denotaran en la
Tabla 50.

Tabla 50. Costos de Construcción de la Planta de Compostaje-Lombricultura.

Obra Civil	Unidad	cantidad	Precio Unitario [€]	Costo de Obra Civil [€]
Oficina Administrativa				
Despeje y limpieza de terreno	[m ²]	40	681,8	27.272
Excavaciones	[m ³]	6	1.201,4	7.208,7
Explanaciones	[m ³]	7	1.104,4	7.730,8
Compactación	[m ²]	40	7.126	285.040
Construcciones prefabricadas con soporte metálica, paneles de madera, etc. /media inferior	[m ²]	40	85.733	3.429.320
Total				3.756.571,5
Baños, camarín y duchas				
Despeje y limpieza de terreno [m ²]	[m ²]	40	681,8	27.272
Excavaciones	[m ³]	7	1.201,4	8.409,8
Explanaciones	[m ³]	8	1.104,4	8.835,2
Compactación [m ²]	[m ²]	40	7.126	285.040
Construcciones prefabricadas con soporte metálica, paneles de madera, etc./media inferior	[m ²]	40	85.733	3.429.320
Total				3.758.877
Zona de Acopio Materia Prima (FORSD)				
Despeje y limpieza de terreno	[m ²]	900	681,8	613.620
Excavaciones	[m ³]	20	1.201,4	24.028
Explanaciones	[m ³]	10	1.104,4	11.044
Compactación	[m ²]	900	7.126	6.413.400
Estructura y techumbre de acero/Inferior	[m ²]	900	17.917	16.125.300
Subtotal				23.187.392
Zonas de compostaje y Lombricultura				
Despeje y limpieza de terreno	[m ²]	31.200	681,8	21.272.160
Excavaciones	[m ³]	70	1.201,4	84.098
Explanaciones	[m ³]	40	1.104,4	44.176
Compactación	[m ²]	31.200	7.126	222.331.200
Subtotal				243.731.634
Zona de Afino, Envasado y Almacenamiento				
Despeje y limpieza de terreno	[m ²]	900	681,8	613.620
Excavaciones	[m ³]	9	1.201,4	10.812,6
Explanaciones	[m ³]	11	1.104,4	12.148,4
Compactación	[m ²]	900	7.126	6.413.400
Estructura de hormigón y techumbre de acero/Corriente	[m ²]	900	67.879	61.091.100
Subtotal				68.141.081
Zona de Estanque de Combustible				
Despeje y limpieza de terreno	[m ²]	100	681,8	781,8
Excavaciones	[m ³]	10	1.201,4	1.201,4
Explanaciones	[m ³]	7	1.104,4	7.730,8
Compactación	[m ²]	100	7.126	712.600
Cierre perimetral	[m]	40	39.015,26	1.560.612

Subtotal				2.282.926
Cierre perimetral de la Planta	[m]	900	9.346,10	8.411.490
Sub Total Caminos Internos				50.000.000
Sub Total Instalación Eléctrica				3.460.000
Sub Total Instalación Agua Potable y Alcantarillado				2.500.000
Total + I.V.A.				409.229.971,5
Total UF				15967,40

Operación de la Planta de Tratamiento

En la operación de la planta se realizarán diferentes procesos para llevar a cabo el tratamiento de la FOC como fueron detalladas anteriormente, tales como el acopio de la materia prima para el proceso, el proceso de compostaje y lombricultura, afino, envasado y almacenamiento, entre otras, donde personal se encargara de las diferentes faenas, también se utilizara maquinaria para apoyar al personal en estas labores, además de servicios requeridos para el funcionamiento de la planta.

Primero se realizará la cotización de la maquinaria a utilizar, en la Tabla 51 se presenta un resumen de estas.

Tabla 51.Resumen maquinarias a utilizar en la Planta Compostaje-Lombricultura.

Maquinaria	Modelo	Empresa	Características	Precio + I.V.A.
Maquina volteadora	2530	GALH	Ancho 2,5 [m] Alto 1,5 [m]	\$ 9.900.000
Mini cargador	Forway WS-50	Motorman	Capacidad de balde 0,4 m ³	\$ 16.100.000
Tractor	Tractor Agrolux 95 DT	Deutz Fahr	SDF 1000.4 WT TIER I 92 CV	\$ 26.510.470
Total				\$ 52.510.470
Total UF				2.048,862

Teniendo la maquinaria a utilizar en las operaciones de la planta se debe tener en cuenta las horas de trabajo que operaran estas, para poder estimar las mantenciones que se deben

hacer para su buen desempeño durante todo el tiempo que sean requeridas. Primero se realizará una estimación de las distancias que recorrerá el mini cargador en las diferentes operaciones de la planta (Tabla 52).

Tabla 52.Distancias recorridas por el mini cargador para cada operación requerida.

Operaciones	Distancias [m]	Numeración
Movimiento de Materia Prima desde Zona de Acopio a Zona de Compostaje.	200	1
Movimiento de Material precompostado desde Zona de Compostaje a Zona de Lombricultura.	180	2
Movimiento de material compostado desde Zona de Compostaje a Zona de Almacenamiento.	220	3
Movimiento de Humus desde la zona de Lombricultura a Zona de Almacenamiento.	80	4
Distancia para cargar	30	5

Luego de estimar las distancias recorridas por el mini cargador se calcularon las vueltas que debe hacer para cumplir con estas labores, si se determinó que el parámetro utilizado es el volumen de carga que tiene esta maquinaria, debido a que es un valor fijo.

Para cada una de las operaciones descritas en la tabla anterior, eso se utilizó la ecuación que se describe a continuación;

$$n_v = \frac{V_t}{V_p} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

n_v : Número de Vueltas.

V_t : Volumen total [m³].

V_p : Volumen de la pala minicargador 0,4 [m³].

A continuación se determinaron el número de vueltas para cada una de las operaciones que realizara el mini cargador con las cantidades máximas que puede soportar la planta en la Tabla 53.

Tabla 53.Horas trabajadas por el mini cargador.

Operación	Número de vueltas diarias	Horas trabajadas
1	224,4	5,61
2	2,8	0,06
3	78,5	2,16
4	1,7	0,02
5	80	0,3
Horas totales estimadas por día		8,15
Horas totales estimadas por año		2.974,75

Con respecto a las horas de trabajo del tractor se determinó que para la estimación se necesita la distancia que recorrerá y las velocidades de trabajo del tractor, como el tractor será usado principalmente para el volteo de las pilas de compostaje sabiendo que cada pila tiene 140 [m] de largo, la distancia a considerar será la distancia total de todas las pilas, las velocidades del tractor se darán a conocer en la siguiente Tabla 54.

Tabla 54.Velocidades del tractor.

Velocidades	Valor en $\left[\frac{km}{h}\right]$	Valor en $\left[\frac{m}{h}\right]$
Velocidad baja	0,39	390
Velocidad alta	20	20.000

Por lo cual las horas de trabajo en velocidad baja serán dadas por la Ecuación 5,

$$t_t = \frac{d_{tp}}{v} \times 3P \text{ Ecuación 5}$$

Dónde:

t_t : Horas trabajadas por el tractor en un año.

d_{tp} : Distancia total de las pilas.

v : Velocidad baja del tractor

P : Periodo de proceso de compostaje.

Las horas trabajadas en velocidad baja del tractor son de 168 horas anuales. Con respecto a las horas de trabajo del tractor en velocidad alta es de alrededor de unas 20 horas anuales. Por lo cual las horas anuales totales de trabajo son de 92,8 horas (Tabla 55).

Tabla 55.Horas de trabajo tractor.

Velocidades del tractor	Horas de trabajo
Velocidad baja	168
Velocidad alta	20
Total horas trabajadas	188

Teniendo las horas de trabajo de las maquinarias utilizadas para los procesos de la planta, se determinó el mantenimiento que se les debe hacer a las maquinarias las cuales fueron consultadas a las empresas donde se cotizaron las maquinarias, con respecto al mini cargador este fue consultado a la empresa Motorman S.A. dando como respuesta una mantención cada 1000 horas de trabajo, mientras tanto para el tractor se consultó a la empresa Gildemeister quien respondió que era recomendable una mantención cada 200 horas de trabajo, (Tabla 56).

Tabla 56.Mantención mini cargador y tractor.

Plan mantención Mini cargador		Plan mantención Tractor	
Hora	Costo de mantención	Hora	Costo de mantención
500	\$ 1.022.799	200	\$ 331.971
1000	\$ 1.983.265	400	\$ 633.942
2000	\$ 3.616.100	600	\$ 995.913
3000	\$ 5.337.800	800	\$ 1.327.884
5000	\$ 6.740.300	1000	\$ 1.659.855

Dado los costos de mantención de la maquinaria se determinó que para el mini cargador la mantención será de \$ 1.983.265 por lo cual en UF será de 77,383 y para el tractor se hará una mantención cada año, ya que el tractor cumple 188 de trabajo anuales lo que se

aproxima cercanamente a las 200 horas requeridas para la mantención, el costo será de \$ 331.971 que en UF sería de 12,952. La cual se resume en la Tabla 57.

Tabla 57. Costo mantención de cada maquinaria.

Maquinaria	Costo de mantención	
	Pesos chilenos	UF
Mini cargador	\$ 1.983.265	77,4
Tractor	\$ 331.971	12,9

Teniendo los datos de los costos de mantenciones por maquinaria se puede hacer una estimación de cuantas mantenciones se realizaran a cada maquinaria por año. Para el mini cargador se dividirá las horas trabajadas por 1.000 ya que son las horas recomendadas para hacer una mantención, y para el tractor será lo mismo pero con 200 horas para la mantención. En la Tabla 58 se detallaran las mantenciones por horas para cada máquina.

Tabla 58. Mantenciones para cada maquinaria.

Maquinaria	Horas anuales	Mantenciones anuales	Costo mantenciones
Mini cargador	2.974,75	3	\$ 5.949.795
Tractor	92,8	1	\$ 331.971

Como se puede apreciar en la Tabla para el mini cargador se requiere de 3 mantenciones anuales con un costo de \$ 5.949.795 y para el tractor se hará una mantención anual con un costo de \$ 331.971.

Consumo de Combustible de Maquinaria

Con respecto al consumo de combustible se debe tener en cuenta los rendimientos de las diferentes maquinarias y las horas que están operativas. Se estimaron rendimientos de cada maquinaria con información aportada por las empresas donde se realizaron las cotizaciones. En la Tabla 59 se mostraran los rendimientos de consumo de combustible por hora de las

maquinarias, mientras que en la Tabla 60 se mostraran los consumos de combustible de las maquinarias.

Tabla 59. Rendimiento maquinaria consumo de combustible.

Maquinaria y condiciones		Rendimiento $\left[\frac{l}{hora}\right]$	Empresa consultada
Mini cargador		2,9	Motorman S.A.
Tractor	Velocidad moderada	11	Derco
	Velocidad baja	17	

Tabla 60. Consumo de combustible de las maquinarias.

Mini cargador				
Horas de trabajo por día	Horas de trabajo anuales	Consumo de combustible $\left[\frac{l}{día}\right]$		Consumo de combustible $\left[\frac{l}{año}\right]$
8,15	2.974,75	23,6		8.626,8
Tractor				
Régimen velocidad moderada [h]	Régimen velocidad lenta [h]	Consumo combustible régimen moderado [l]	Consumo combustible régimen lenta [l]	Consumo total tractor $\left[\frac{l}{año}\right]$
20	168	220	2.856	3.076

Para tener una estimación clara de cuanto es el costo de consumo de combustible es necesario saber el precio del diésel actual en Chile, el cual es \$ 318,8 el litro para el 24 de Febrero del 2016⁸, hay que considerar que el precio del diésel va variando en el tiempo y que tiene diferentes variables que modifican su valor, por lo que es casi imposible estimar su precio exacto, es por lo anterior que la variación del combustible se estimara por la variación del IPC. En la Tabla 61 se denotan las variaciones del IPC en el periodo del periodo del 2010-2015.

⁸Valor del Diésel extraído de informe semanal de precios ENAP. [<http://www.enap.cl/pag/53/784/informe-precios>]

Tabla 61. Variación Índice Precio al Consumidor 2010-2015.
 Fuente. Modificada del Instituto Nacional de Estadísticas. 2016.

Año	IPC anual
2010	3,0
2011	4,4
2012	1,6
2013	2,9
2014	4,6
2015	4,4
Promedio	3,5

El promedio del IPC será de 3,5 % por lo cual el precio del diésel se modificara según este promedio durante los años futuros.

Lo cual el costo de combustible para el periodo del proyecto se detalla en la Tabla 62.

Tabla 62. Costo de combustible maquinaria.

año	Consumo total de Combustible $\left[\frac{l}{año}\right]$	Precio combustible por litro	Precio combustible	Precio UF
2017	11.702,8	\$ 330,0	3.861.924	150,685
2018	11.702,8	\$ 341,5	3.996.506,2	155,936
2019	11.702,8	\$ 353,5	4.136.939,8	161,415
2020	11.702,8	\$ 365,8	4.280.884,2	167,032
2021	11.702,8	\$ 378,6	4.430.680,1	172,877
2022	11.702,8	\$ 391,9	4.586.327,3	178,950
2023	11.702,8	\$ 405,6	4.746.655,7	185,206
2024	11.702,8	\$ 419,8	4.912.835,4	191,690
2025	11.702,8	\$ 434,5	5.084.866,6	198,402
2026	11.702,8	\$ 449,7	5.262.749,16	205,342
2027	11.702,8	\$ 465,4	5.446.483,12	212,511

Capital Humano

En cuanto al personal para la operación de la Planta se requerirá de 12 trabajadores. Según el Código del Trabajo de Chile, Artículos 22 y 28, el máximo de horas laborables por semana no debe exceder las 45 horas por trabajador y este máximo legal (45 horas), debe ser distribuido en la semana en no menos de 5 días ni en más de 6 días, y no puede exceder las 10 horas diarias (Ley 18.620: Código del Trabajo, 1987).

Jefe de Operación

Este será encargado de la administración de las operaciones que se efectúen dentro de la planta, contactar a los consumidores de los productos y coordinar las operaciones con el municipio relacionada a la planta. La persona contratada debe tener competencia con las operaciones producidas en la planta. El sueldo del jefe de operaciones será detallado en la Tabla 63.

Tabla 63. Sueldo jefe de operaciones.

Ocupación	Sueldo	Sueldo en UF
Jefe de operaciones	\$ 500.000	19,5

Operarios Maquinaria

Los operarios de las maquinarias se encargaran de operar el mini cargador frontal y el tractor en los procesos de la planta. Deben ser capacitados para la labor de operarios de maquinaria ocupada en la planta. Sus sueldos se detallaran en la Tabla 64.

Tabla 64. Sueldos operarios maquinaria.

Ocupación	Sueldo Unitario	Sueldo Unitario en UF
Operador mini cargador	\$ 370.000	\$ 14,4
Operario tractor	\$ 370.000	\$ 14,4

Personal encargado de las operaciones de acopio materia prima

Este personal se ocupara de las labores de selección del material que llega a la zona de acopio, y picado del material de grandes dimensiones. El personal encargado será de 3 personas. El sueldo se detalla en la Tabla 65.

Tabla 65. Sueldos personal zona de acopio.

Ocupación	Personal	Sueldo Unitario	Sueldo Unitario UF	Sueldo Total	Total en UF
Personal zona de acopio	3	\$ 250.000	9,8	\$750.000	29,4

Personal zona de Compostaje y Lombricultura.

El personal se ocupara de las labores en las zonas de compostaje y lombricultura, apoyaran también las labores de la maquinaria, la dotación de persona será de 4 trabajadores, lo se distribuirán en las dos zonas. El sueldo se detalla en la Tabla 66.

Tabla 66. Sueldo personal zona de compostaje y lombricultura.

Ocupación	Personal	Sueldo Unitario	Sueldo en UF	Sueldo Total	Total en UF
Personal zona compostaje y lombricultura	4	\$ 250.000	9,8	\$1.000.000	39,2

Personal zona de afino, envasado y almacenamiento.

El personal estará encargado del afino del material, el envasado y el almacenamiento del material procesado ya sea del compost y el humus. El sueldo se detallara en la Tabla 67.

Tabla 67. Sueldo personal zona de afino, envasado y almacenamiento.

Ocupación	Personal	Sueldo Unitario	Sueldo en UF	Sueldo Total	Total en UF
Personal zona de afino, envasado y almacenamiento	2	\$ 250.000	9,8	\$ 500.000	19,6

Servicios Externos

Los servicios externos (contratista), que deberán cumplir con ley 20.123, la cual regula el régimen de subcontratación (Ley 20.123, 2006), son los que se presentan a continuación.

Mecánico

Iniciará sus actividades en el año 1 de operación del presente proyecto y su función principal será realizar la mantención de los equipos en planta según corresponda. El sueldo por mantención realizada se aprecia en la Tabla 68.

Tabla 68. Sueldo Mecánico Planta Compostaje-Lombricultura.

Ocupación	Personal	Sueldo Unitario	Sueldo en UF
Mecánico	1	\$ 120.000	4,68

Aseo Industrial y mantención de fachada

La empresa contratista a cargo de este servicio deberá limpiar las oficinas y baños al final de la jornada. Además deberán limpiar bodegas de insumos y producto final 1 vez al mes y realizaran la mantención de fachada cada vez que corresponda. Este servicio iniciara actividades en el año 1 de operación del presente proyecto. El costo mensual de este servicio se aprecia en la Tabla 69.

Tabla 69. Costo Servicio Aseo Industrial y mantención de Planta Compostaje-Lombricultura.

Ocupación	Sueldo Unitario	Sueldo en UF
Aseo Industrial / Mantención	\$ 500.000	19,51

Consumo de electricidad Bomba de Agua

El consumo de electricidad que realiza la bomba de agua dependerá de las características de la bomba y la cantidad de agua que se requiera para el proceso de compostaje y lombricultura, para así tener una estimación de las horas de trabajo de la bomba anuales. Las características de la bomba consultadas a la empresa Hidrotecnica se detallaran en Tabla 70.

Tabla 70. Características de la bomba de agua.
Fuente. Adaptada de Hidrotecnica, 2016.

Características	Unidad	Valor
Potencia	HP	3
	Kilo Watt (KW)	2,2
Diferencial de potencial	Voltios (V)	220
Caudal promedio	Caudal Q (m ³ /h)	6

Con la Ecuación 7 se determinara las horas de trabajo de la bomba.

$$H_{trabajadas} = \frac{V_t}{Q} \text{ Ecuación 6}$$

Donde:

$H_{trabajadas}$: Horas de trabajo [h].

V_t : Volumen requerido por el proceso de compostaje-lombricultura [m³].

Q : Caudal promedio de la bomba [m³/h].

El volumen requerido por el proceso está dado por el porcentaje de humedad que necesita el tratamiento de compostaje y de lombricultura es alrededor de 40% a 60%. También hay que tener en cuenta que la materia orgánica que ingresara al proceso ya viene con un porcentaje

importante de agua. En la Tabla 71 se denotara el resultado del cálculo de horas trabajadas por la bomba. Cabe recordar que los cálculos son al máximo de producción de la planta.

Tabla 71.Consumo de electricidad de bomba de agua.

Agua requerida anual [m ³]	Caudal promedio de bomba [m ³ /h]	Horas trabajadas [h]	Potencia bomba [kW]	Consumo de electricidad anual [KWh]
7.328	6	1221,3	2,2	2686,9

Teniendo las cantidades de horas que se utilizara la bomba de agua de la planta anualmente con un funcionamiento máximo de esta. En la Tabla 72 se mostraran los valores de la electricidad en la comuna de Quilpué, con lo cual se calculó el valor que gasta la bomba de agua en un año tal como lo indica la Tabla 73.

Tabla 72.Tarifa consumo de electricidad Comuna de Quilpué.

Fuente. Adaptada de Chilquinta S.A. 2016.

Tarifa comuna Quilpué	Unidad	Valor
Cargo fijo	[\$/mes]	1.206,760
Energía base	[\$/kWh]	112,077
Energía adicional de invierno	[\$/kWh]	156,099
Cargo único por uso del sistema troncal	[\$/kWh]	0,696

Tabla 73. Gasto anual de la bomba de agua.

Consumo de electricidad anual [KWh]	Cargo fijo [\$ /mes]	Energía base [\$ /KWh]*	Energía adicional de invierno [\$ /KWh]**	Cargo único por uso del sistema troncal [\$ /KWh]	Precio total [\$]	Precio Total UF
2.686,9	14.481,1	225.854,8	104.855,6	1.870,08	347.061,5	13,541

* Periodo cuenta con 9 meses en el año.

** Periodo cuenta con 3 meses en el año.

Gasto en consumo de Electricidad y Agua de la Planta

Establecido ya las tarifas de consumo eléctrico, se puede estimar en forma general el consumo de electricidad de la planta. Los gastos serán por el consumo de electricidad por parte de los equipos de oficina y luz eléctrica. Mientras que en el consumo de agua será debido al uso del baños y duchas por parte de los funcionarios de la planta. En la Tabla 74 se determinaran las tarifas de consumo de agua en la comuna de Quilpué y en la Tabla 75 se denotara las cantidades anuales de gastos por el consumo eléctrico y de agua.

Tabla 74. Tarifa de consumo de Agua potable comuna de Quilpué.
Fuente. Adaptada de ESVAL S.A. 2016.

Detalle de cargo	Unidad	Valor
Cargo fijo	[\$]	1099,0
Cargo variable agua potable	[\$/m ³]	702,29
Cargo variable Recolección	[\$/m ³]	304,59
Cargo Variable Tratamiento	[\$/m ³]	212,38

Tabla 75. Gastos por consumo de Electricidad y Agua en la Planta de Compostaje-Lombricultura.

Gasto por consumo Electricidad [\$/año]	Gastos por consumo de Agua [\$/año]	Gastos por consumo Electricidad UF	Gastos por consumo de Agua UF
395.000	526.000	15,4	20,5

Equipamiento y Materiales para la Propuesta de Plan de Manejo

Para el funcionamiento del plan se necesitan una serie de equipamiento, insumos y materiales que se presentan en la Tabla 76.

Tabla 76.Insumos para la propuesta.

Ítem	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Romana	Unidad	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
Computadores	Unidad	1	\$ 200.000	\$200.000
Software Office	Unidad	1	\$250.000	\$250.000
Sistema Operativo Windows	Unidad	1	\$120.000	\$120.000
Software Personalizado	Unidad	1	\$300.000	\$300.000
Impresora multifuncional laser	Unidad	1	\$ 96.000	\$ 96.000
Escritorios	Unidad	2	\$ 155.000	\$ 310.000
Sillas Ergonómicas	Unidad	2	\$ 85.000	\$ 170.000
Sillas Corrientes	Unidad	6	\$ 20.000	\$ 120.000
Estanterías	Unidad	2	\$ 93.000	\$ 186.000
Línea Telefónica	-	-	\$ 40.000	\$ 40.000
Teléfonos	Unidad	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Pizarra acrílica	Unidad	1	\$ 60.000	\$ 60.000
Overoles	Unidad	10	\$9.000	\$ 90.000
Pechera reflectante	Unidad	4	\$2.000	\$8.000
Guantes	Unidad	12	\$3.500	\$ 42.000
Lentes Protectores	Unidad	12	\$2.500	\$ 30.000
Zapatos de Seguridad	Unidad	12	\$33.000	\$ 396.000
Protectores Auditivos	Unidad	3	\$5.000	\$ 15.000
Mascarillas para partículas	Unidad	5	\$3.000	\$ 15.000
Casco de Seguridad	Unidad	12	\$3.500	\$ 42.000
Traje PVC para Lluvia	Unidad	12	\$8.000	\$ 96.000
Lona Impermeabilizada	Unidad	30	\$ 800.000	\$ 24.000.000
Botas de agua	Unidad	12	\$ 6.400	\$ 76.800
Palas	Unidad	6	\$ 11.000	\$ 66.000
Carretillas	Unidad	4	\$ 22.000	\$ 88.000
Harnero fino	Unidad	2	\$ 6.500	\$ 13.000
Termómetros	Unidad	1	\$ 58.700	\$ 58.700
Medidor pH	Unidad	1	\$ 101.000	\$ 101.000
Medidor Humedad	Unidad	1	\$ 58.700	\$ 58.700
			Total	\$ 42.063.200
			Total UF	1.641,2

6.4.2 Ingresos

Los ingresos corresponden principalmente a la venta de los productos, que consisten en compost, humus, y por el ahorro generado por la disminución en la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios. Los ingresos de los diferentes escenarios se aprecian en la Tabla

Estimación de ingresos preliminares de la propuesta

Precios

Para realizar la evaluación económica se debió enfrentar 2 diferentes escenarios, que intentan fijar las posibilidades en que se puede desenvolver el proyecto, estos se denominan escenario con proyecto, que contempla los costos medios del diésel e ingresos intermedios, por otro lado el escenario sin proyecto que no contempló ningún ingreso. Los conceptos de costo e ingreso guardan relación con los precios de venta Tabla.

Precios de venta

- Se asume que el valor de venta de productos es constante en los años, este es el valor mínimo de 31,8[\$/Kg] para compost y 592,7[\$/Kg] para humus.
- La producción de compost y humus es constante durante la proyección del proyecto de acuerdo a lo presentado en la Tabla 40.
- La proyección se realiza a un periodo de 10 años.
- La estimación de considera a partir del año 2017, en el cual comenzaría a operar el Plan de Manejo de la FORSD.

Tabla 77. Calculo de Precio para Compost y Humus.

Compost		Humus	
Cotizante	Precio Corregido [\$/Kg]	Cotizante	Precio Corregido[\$/Kg]
Easy	126	Mercado libre	440

Homecenter Sodimac	116		1.500
Mercado libre	160		625
	200		1.200
Sodimac (Anasac)	87,4	Sodimac (Anasac)	2.290
Seragro	37	Easy.cl (Roots)	1.230
	60	www.humusdechile.cl	525
Infoanuncios.com	49	Growsweet	1.142
Olx	78	Jardinsen.cl	1.200
preciod.cl	27	afloragrowshop	1.150
	31		
Promedio	88,3	Promedio	1130,2
Desviación*	56,5	Desviación*	537,5
Max.**	144,8	Max.**	1667,7
Min.**	31,8	Min.**	592,7

*Se calculó la desviación estándar para establecer cuanto se aleja del promedio el precio de los productos.

**Establecer los valores máximos (Max) $Max=Promedio+DesviaciónEstándar$ y mínimos (Min) $Min=Promedio-DesviaciónEstándar$.

Con los el valor en UF para compost 1,24E-3 y humus 0,023y la cantidad de material procesado [Kg] para compost y humus (5.880.200 y 148.900 respectivamente), se calcularon los ingresos por venta de estos productos ver Tabla 78.

Tabla 78.Resumen Ingreso Compost- Humus.

Ingresos Operacionales	Cantidad	Unidad	Ingreso UF\$/año
Venta de Compost	5.880.200	[Kg/año]	20227,88
Venta de Humus	148.900	[Kg/año]	6566,24

6.4.3 Flujo de Caja

Con la finalidad de evaluar la rentabilidad económica del proyecto, se realizó un flujo de caja proyectado. El flujo de caja corresponde a contrastar los costos con los ingresos. El flujo de caja del proyecto se compone de cuatro elementos básicos a) los egresos iniciales, b) los ingresos y egresos de operación, c) el momento en que ocurren estos ingresos y egresos y d) el valor de desecho o depreciación (Sapag y Sapag, 1991).

Este flujo de caja se realizará en un horizonte de 10 años. El instrumento de evaluación que se utilizará es el valor actual neto (VAN), el cual mide el aporte económico de un proyecto a sus inversionistas, reflejando el excedente o pérdida de dinero, una vez recuperada la inversión y el costo de oportunidad de los recursos usados.

Elaboración del Flujo de Caja

Para la elaboración del flujo de caja es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones. Cabe destacar que se trabajó con los costos e ingresos sin IVA y además todos los valores se trabajaron en UF.

Impuesto a la Renta

El impuesto a la renta corresponde al impuesto que se debe pagar ya sea personas residentes o domiciliarias en Chile sobre sus rentas de cualquier origen cuyas fuentes de ingresos estén situadas tanto dentro como fuera del país. El impuesto que se utilizó en el cálculo de flujo de caja fue de un 20%, el cual corresponde actual.

Tasa de Descuento

Tasa de descuento o tasa de actualización es lo que permite traer el valor futuro a valor presente. Permite también calcular lo que se denomina Valor Actual Neto (VAN). La tasa de descuento utilizada fue del 6% anual, la cual corresponde a la tasa social.

Depreciaciones

Las depreciaciones corresponden a una parte del valor del bien, originada por su uso, el que es factible de cargar al resultado de la empresa y que se origina por el valor del bien reajustado y la vida útil de este.

Para este trabajo solo se consideraron depreciaciones tributarias debido a que no se contemplan ventas de equipos, infraestructuras u elementos. La depreciación lineal de un 10%.

Solo se consideraron depreciaciones tributarias debido a que no se contemplan ventas de equipos, infraestructuras u elementos. Las depreciaciones están basadas en lo establecido por el Servicio de Impuestos Internos (SII), específicamente en la Resolución Exenta N°43 del 26 de Diciembre del 2002 que fija la vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para efectos de su depreciación Tabla 79.

Tabla 79. Depreciaciones Tributarias de la propuesta.

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Romana	1666666,7	1666666,7	1666666,7	1666666,7	1666666,7	1666666,7	1666666,7	1666666,7	1666666,7		
Computadores	100000	100000									
Impresora multifuncional laser	16000	16000	16000	16000	16000	16000					
Escritorios	44285,7	44285,7	44285,7	44285,7	44285,7	44285,7	44285,7				
Sillas Ergonómicas	24285,7	24285,7	24285,7	24285,7	24285,7	24285,7	24285,7				
Sillas Corrientes	17142,9	17142,9	17142,9	17142,9	17142,9	17142,9	17142,9				
Estanterías	26571,428	26571,428	26571,428	26571,428	26571,428	26571,428	26571,428				
Línea Telefónica	20000	20000									
Teléfonos	7500	7500									
Pizarra acrílica	10000	10000	10000	10000	10000	10000					
Palas	22000	22000	22000								
Carretillas	29333,33	29333,33	29333,33								
Harnero fino	4333,33	4333,33	4333,33								
Tractor	2945607,78	2945607,78	2945607,78	2945607,78	2945607,78	2945607,78	2945607,78	2945607,78	2945607,78		
Mini cargador	1788888,89	1788888,89	1788888,89	1788888,89	1788888,89	1788888,89	1788888,89	1788888,89	1788888,89		
Maquina volteadora	1100000	1100000	1100000	1100000	1100000	1100000	1100000	1100000	1100000		
oficinas administrativas	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733
baños, duchas, camarines	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733	85733
Bodega de afino y envasado	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75	763638,75
Bodega de acopio y materia prima	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25	201566,25
TOTAL	8959286,71	8959286,71	8831786,71	8776120,05	8776120,05	8776120,05	8750120,05	8637834,34	8637834,34	1136671	1136671
TOTAL UF	349,615829	349,615829	344,640431	342,468166	342,468166	342,468166	341,453575	337,07188	337,07188	44,3560059	44,3560059

Tabla 80.Flujo de caja de la Propuesta

Años												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ingresos (UF)												
Venta de Compost		7241,95	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45	7291,45
Venta de Humus		1141,57	2283,14	3424,70	3424,70	3424,70	3424,70	3424,70	3424,70	3424,70	3424,70	3424,70
Ahorro en disposición		2297,89	2397,91	2503,22	2613,89	2730,20	2852,44	2980,94	3115,98	3258,49	3407,07	3563,26
TOTAL DE INGRESOS		5869,94	9542,02	13219,37	13330,04	13446,35	13568,59	13697,09	13832,13	13974,64	14123,22	14279,41
Costos (UF)												
Remuneraciones		-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71	-160,71
Operaciones		-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37	-830,37
Gasto en Combustible		-150,69	-155,94	-161,42	-167,03	-172,88	-178,95	-185,21	-191,69	-198,40	-205,34	-212,51
Servicios Básicos		-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00	-51,00
Artículos y Equipos		-28,05	-28,05	-93,20	-28,05	-36,57	-93,20	-28,05	-28,05	-93,20	-36,57	-28,05
TOTAL COSTOS		-1220,82	-1226,07	-1296,70	-1237,16	-1251,53	-1314,23	-1255,34	-1261,82	-1333,68	-1283,99	-1282,64
Resultado		4649,12	8315,95	11922,67	12092,88	12194,82	12254,36	12441,75	12570,31	12640,96	12839,23	12996,77
Depreciación Tributaria		-349,62	-349,62	-344,64	-342,47	-342,47	-342,47	-341,45	-337,07	-337,07	-44,36	-44,36
Utilidad Bruta (UF)		4299,51	7966,34	11578,03	11750,41	11852,35	11911,89	12100,30	12233,24	12303,89	12794,88	12952,41
Impuestos (20%)		859,90	1593,27	2315,61	2350,08	2370,47	2382,38	2420,06	2446,65	2460,78	2558,98	2590,48
Utilidad Neta (UF)		3439,61	6373,07	9262,43	9400,33	9481,88	9529,51	9680,24	9786,59	9843,11	10235,90	10361,93
Depreciación Tributaria		349,62	349,62	344,64	342,47	342,47	342,47	341,45	337,07	337,07	44,36	44,36
Inversiones (UF)	31024,60											
TOTAL DE INVERSIONES	31024,60											
Tasa de Descuento	0,06											
FLUJO DE CAJA	-31024,60	3789,22	6722,69	9607,07	9742,79	9824,35	9871,98	10021,69	10123,66	10180,18	10280,26	10406,29
	-31024,60	-	-	-	-1162,83	8661,52	18533,50	28555,19	38678,86	48859,04	59139,29	69545,58

De la Tabla 80 se obtienen los siguientes indicadores económicos mostrados en la Tabla 81.

Tabla 81. Indicadores Económicas del Proyecto

Indicadores económicos	
Tasa de descuento	6%
VAN [UF]	46817,21
TIR	30%

Como resultado se obtuvo una Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor que la tasa de interés, un Valor Actual Neto (VAN) positivo y que la inversión se recupera al quinto año de ejecución de proyecto observando ganancias desde el 1 año.

6.4.4 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad considera el cambio de la rentabilidad del proceso al verse afectado el flujo de caja por algún altercado que pueda ocurrir durante la realización de la propuesta

En este caso se analizó la influencia de la venta de Compost, la venta de Humus y el ahorro en disposición de la FOC de RSD, sobre la rentabilidad de la propuesta, reflejándose en el valor del VAN proyectado, ya que es de vital importancia para la implementación del plan, esto debido a que es necesario definir las condiciones donde se puede lograr un beneficio cuantificable para el municipio (venta del compost y humus).

Se presentó un escenario, en el cual se realiza un análisis de las tres variables antes mencionadas, las cuales tienen un efecto directo sobre la rentabilidad de la propuesta, realizando una simulación donde se llevarán las variables al peor de los escenarios que se puedan presentar en el transcurso de la implementación y funcionamiento de la propuesta, con lo que se busca determinar en qué casos la rentabilidad del proyecto sigue siendo positiva en situaciones adversas y por el contrario, además determinar en qué casos el plan deja de ser rentable lo que se refleja al obtener un VAN negativo en el flujo del proyecto.

Para llevar a cabo el análisis se decidió simular una disminución progresiva en las variables, venta de compost, venta de Humus en un rango de porcentaje de 10% al 100% para el escenario propuesto. En la Figura 31 se presenta el análisis de sensibilidad.

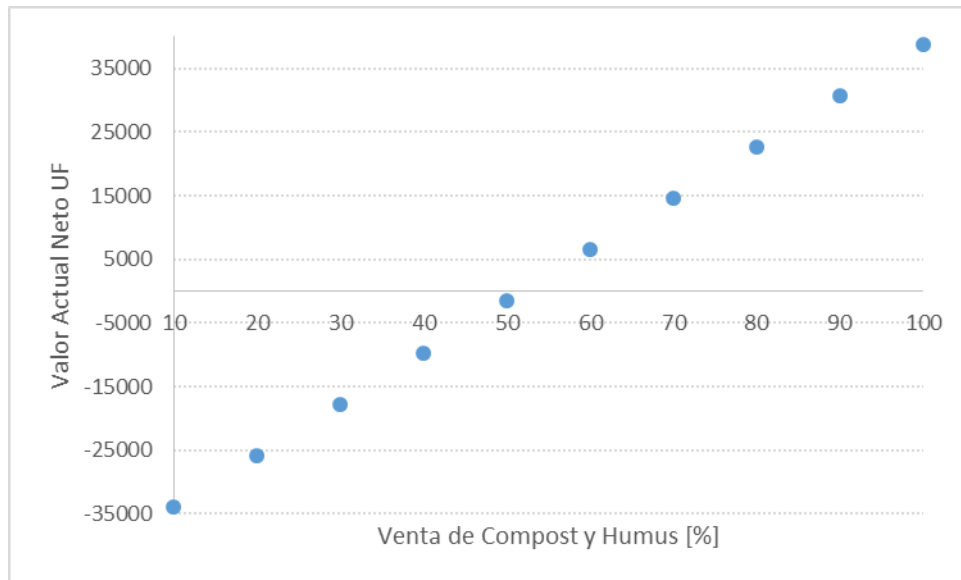


Figura 31. Variación de VAN respecto a la venta de productos.

El análisis muestra que la variación de la venta de los productos afecta fuertemente los ingresos del proyecto, por lo que bajo el 50% de venta de los productos la VAN se hace negativa y en este caso el proyecto sería inviable económicamente. El mínimo de venta es de 52% de los productos, es ahí donde se recupera la inversión inicial del proyecto. El precio de venta utilizado fue el mínimo para que fuese competitivo en el mercado.

Si bien los porcentajes que se propusieron son denominados como “disminución de ventas de compost y humus” o “variación del precio” en definitiva logran mostrar cómo se comporta el proyecto al enfrentarse a una reducción en los ingresos, que en la práctica puede traducirse en pérdida de eficiencia, volatilidades en el mercado u otros imprevistos.

Por otra parte también es importante considerar los beneficios no cuantificables, los cuales se traducen en beneficios sociales para la comunidad, ambientales como el extensión de la

vida útil del relleno sanitario “El Molle” u otro que sea utilizados, además mejora la imagen corporativa del municipio y distinción con respecto a otros municipios, también del ahorro ambiental por reciclaje de residuos ya que se producen bienes con materia prima reciclada, esto reduce la sobreexplotación de recursos naturales y el uso de productos procesados contaminantes para los suelos.

7 Discusión

El planteamiento de una propuesta de manejo para los residuos domiciliarios no es algo nuevo hoy en día, es un planteamiento que se lleva haciendo desde hace algún tiempo con un mayor progreso en los países desarrollados.

Para el caso de Chile, actualmente los municipios de acuerdo a Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (18.702) son las instituciones encargadas del manejo de los residuos sólidos a nivel municipal. En el caso particular de la comuna de Quilpué, esta tarea es designada a la Dirección de Gestión Ambiental, quienes se encargan dentro de sus múltiples funciones en cumplir con el manejo de los residuos entendido esto como la recolección, transporte y disposición final, lo que conlleva a elevados costos económicos debido a que labor es delegada a empresas externas, en el diagnóstico de la comuna se pudo evidenciar que cada año van aumentando los costos del manejo de residuos, y no existe una instancia para paliar en alguna medida estos elevados. Además se puso comprobar que parte de la información de la comuna, del municipio y de las entidades gubernamentales, no se encuentra actualizada o bien disponible, lo que puede afectar a la realización de un diagnóstico certero de la situación actual de la comuna y con ellos influir en los datos. Parte de la información del diagnóstico de la comuna se obtuvo de manera presencial, dictada por los funcionarios del municipio, esto puede generar la pérdida u omisión de información importante del diagnóstico.

Dentro de la propuesta, en la selección de las alternativas de valorización, existe una revisión y análisis de las experiencias de otros municipios de la RM y de la V región, el cual se dificultó debido a la disponibilidad y acceso a la información, logística y recursos de los autores que solo pudieron establecer esas experiencias mencionadas.

Dentro de las experiencias revisadas, existen evidencias en los avances realizados por otros municipios en el tema de manejo de la fracción orgánica de los residuos tales como, la vecina comuna de Villa Alemana en donde poseen una real iniciativa de tratamientos de compostaje y lombricultura, que está ubicada en el Vertedero Municipal, también cabe destacar la comuna La Pintana que ha llevado a cabo una exitosa gestión ambiental reconocida a nivel nacional, que es pionera en el manejo de sus residuos orgánicos con la implementación de la “ Estrategia de separación en origen, recolección diferenciada y tratamiento de residuos sólidos”, un programa ejemplificador a nivel nacional que ha durado más de 10 años, este programa pueden ser imitables, ya que son puntos de referencias para el planteamiento de lineamientos en la comuna de Quilpué.

Estos programas son un gran avance en el tema de valorización de residuos orgánicos y representan una gran expectativa para los municipios que aún no han incursionado en el tema de reciclaje de la fracción orgánica de los residuos, sin embargo, estas prácticas aún no se han consolidado como una alternativa real para la valorización de los residuos debido a las precarias condiciones operacionales y tecnológicas que llevan a un funcionamiento casi artesanal debido al bajo o nulo financiamiento por parte del Estado u otras instituciones (Marchat, 2016)(Muñoz,2016).

Para la implementación de una o más alternativas de valorización de la fracción orgánica de los residuos en la comuna de Quilpué se debe tener un fuerte respaldo técnico y económico, ya que involucran inversiones y costos de operaciones elevados por lo cual deben estar acorde a la realidad de la comuna y a sus características (demográficas, climáticas, actividades productivas, económicas), y deben tener un impacto significativo en la reducción

y valorización de estos residuos. Mediante el análisis realizado de las alternativas estudiadas se comprobó que en América Latina se lleva a cabo en mayor proporción los procesos de valorización de tipo conversión biológica en desmedro de los de conversión termoquímica, los cuales muchas veces son mal ejecutados, esto debido a la deficiente organización y planificación de los actores que influyen en los procesos y a los elevados costos que implica la implementación de infraestructura para los mismos (Saez, 2006).

Para la propuesta del plan y una vez seleccionada la alternativa a realizar más acorde a la realidad de la comuna, se efectuó la identificación de la normativa, esta actividad consideró la revisión de la normativa chilena que tenga algún grado de relación con la propuesta en las fuentes disponibles en la Biblioteca del Congreso Nacional y otras fuentes oficiales. Debido a la carencia de una norma específica para el manejo de la FORSD, más aun para la FOC no se puede analizar normativa ya que aún no está normado como tal. Pese a ello los autores consideraron que era importante analizar el D.S. N° 4740/47 que reglamenta sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales, ya que dentro de los múltiples artículos que establece, se encuentra las especificaciones de como el municipio debe actuar frente al manejo de los residuos. Es aquí en donde las autoridades nacionales y comunales deben hacerse cargo del problema y legislar en forma específica para cada tipo de residuos que se generan, y en este caso para la FORDS, y con ellos tener herramientas para el correcto manejo de estos residuos y que puedan ser considerado finalmente como un recurso y no como un residuos, lo que permite la conformación de un ciclo virtuoso de aprovechamiento.

El desarrollo de la propuesta del plan de manejo pretende contribuir al mejoramiento de la gestión de los FORSD, que se basa en la alternativa de valorización de lombricultura y compostaje. Este plan incluye procedimientos e instructivos que facilitan y aportan a la implementación, funcionamiento y logística necesarios para la articulación y ejecución optima del plan de manejo, además se incorpora como input el diseño de la planta de valorización debido a que este es de vital importancia para el funcionamiento.

También se incorporaron los lineamientos de la campaña de educación ambiental, que se especifica en el Anexo VII, ya que si no se logra sensibilizar a la población en primera instancia el resultado del plan puede fracasar. Esto determina un riesgo difícil de sortear, y que corresponde a la dependencia de la ciudadanía, por lo que es necesario realizar un seguimiento y actualización de la campaña de educación.

El riesgo de este plan, es también la oportunidad de reivindicar a la educación ambiental como un instrumento de gestión ambiental, además invita y fomenta la participación ciudadana, por lo que es un desafío, pero a la vez una oportunidad de medir el grado de interés y conciencia de las temáticas ambientales a nivel local.

De realizarse y concretarse el proyecto de la propuesta de plan de manejo de RSD para la comuna de Quilpué, los documentos correspondientes a los planes, procedimientos e instructivos podrían servir para lineamiento y la ejecución de este. Cabe destacar que estos planes están sujetos a modificaciones necesarias que se requieran para la ejecución de la propuesta.

Con este proyecto se abarca una gran parte de la generación de la fracción orgánica de los residuos, pero no se logra la totalidad de estos, los cuales serían el objetivo idóneo del plan, esto se debe a diferentes variables, entre ellas se puede mencionar que los requerimientos tecnológicos y la complejidad operacional no son de un gran nivel por lo que para lograr una mayor eficiencia se deben buscar nuevas y más avanzadas tecnologías.

En la evaluación de la pre factibilidad económica de la propuesta de plan de manejo resulto ser en primera instancia rentable económicamente bajo un análisis tradicional, ya que el valor del VAN fue positivo, resultando factible su ejecución. En cuanto a las opciones de financiamiento varios fondos concursables, en ellos el FNDR representan uno de los más importantes ya que este costea la totalidad de los gastos, también está el NAMA (Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas)

En cuanto al análisis de sensibilidad se analizó la influencia de la venta de Compost, la venta de Humus y el ahorro en disposición de la FOC de RSD, sobre la rentabilidad de la propuesta, reflejándose en el valor del VAN proyectado, denotándose que se necesita sobre un 50% de ventas de los productos para que el proyecto sea rentable. Esto puede llegar a ser desfavorable para condiciones de la comuna, ya que pese a que existen lugares donde pueden ser utilizados estos productos, ya sea en las tierras cultivables de la comuna, áreas productivas y sector rural, zoológico, parques y jardines, ya que las cantidades necesarias para cubrir la demanda llegan a ser despreciables comparadas con la cantidad de productos que se generan. Esto de alguna forma da paso a que el plan de manejo no pueda ser implementado en la comuna ya que corre riesgo de que no exista un mercado objetivo para estos productos. Una forma de sobrellevar esta situación es que se realicen alianzas estratégicas entre municipalidades de la región o relativamente cercanas y que requieran del producto para sus necesidades, tales como áreas verdes, parques y jardines, combate de la erosión en los suelos degradados. La idea de la conformación de alianzas estratégicas para lograr en conjunto la mejora en la gestión de los residuos, políticas, generar planes estratégicos, sistemas de valorización.

La implementación y funcionamiento del plan aporta al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, traduciéndose en beneficios no tangibles tales como el mejoramiento en la calidad medioambiental, concientización y sensibilización de la población, prestigio a nivel provincial, regional e incluso nacional. Además prolonga la vida útil del vertedero, los cuales sin lugar a dudas fundamentarían la ejecución de este plan por parte de la Municipalidad de Quilpué.

8 Conclusiones

Se determinó mediante la caracterización de los residuos FORSD representa un 39% del total de los residuos lo cual corresponde a 21212,5[t/año], pese a la gran porción que representa esta, aun no existe un plan de manejo significativo para la valorización de esta, solo pequeñas acciones para la fracción inorgánica.

Se obtuvo que las alternativas más idóneas a desarrollarse en la comuna de Quilpué fueron el Compostaje y la Lombricultura. Esto mediante una matriz de selección en la cual se formularon criterios en base a un contraste de las características de la comuna y a las especificaciones de las alternativas presentadas, experiencia de los demás municipios y también los requerimientos del municipio.

Se analizaron las distintas normativas aplicables al plan de manejo y se analizó en detalle el D.S. N° 4740/47 Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales del Ministerio del Interior. Se realizó el desarrollo de la propuesta del plan de manejo para el aprovechamiento la FORSD, determinándose todo los contenidos de la propuesta plan incluye procedimientos e instructivos que facilitan y aportan a la implementación, funcionamiento y logística necesarios para la articulación y ejecución optima del plan de manejo, además se incorpora como input el diseño de la planta de valorización debido a que este es de vital importancia para el funcionamiento.

El plan de manejo demanda incurrir en gastos, cuya inversión inicial asciende a las 31.024 UF, y donde los productos de venta son compost y humus. Al analizar los flujos mediante una evaluación económica, resulta una propuesta rentable en primera instancia. La evaluación económica también permitió dejar patente que el plan es sensible a variaciones a la cantidad de venta de compost y humus, ya que es necesario que se venda un 52% de estos productos para que la van no sea negativa.

Para un resultado óptimo de la implementación del plan, las capacidades del municipio en términos técnicos, humanos y económicos, las características socio demográficas de la comuna y la clasificación de los residuos deben ser evaluados de forma conjunta para así diseñar el un buen plan de manejo logrando a su vez una optimización de los recursos disponibles para tales efectos. También se debe considerar las diferentes y múltiples alternativas de gestión a partir de las experiencias desarrolladas en otras comunas y de acuerdo a las características mencionadas anteriormente, se debe implementar la que mejor se adapte a la comuna. Para una comuna como la de Quilpué será un desafío a su gestión y a su participación como ciudadanía el lograr: planear, ejecutar y amoldar de la mejor manera su plan de manejo de residuos. También es importante que la población incorpore valores, conceptos, habilidades, competencias y aptitudes, a través de experiencias y se involucre activamente en el manejo de los residuos para el éxito de este y así poder lograr un cambio sustancial en el manejo logrando reducir considerablemente los gastos destinados a esta gestión.

9 Referencias

- Acurio, G., Rossin, A., Paulo, T., & Francisco, Z. (1997). *Diagnostico de la situación del menjo de residuos sólidos municipales en America Latina y el Caribe*. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, Washington, D.C.
- Alcolea, M., y González, C. (2000). "Manual de Compostaje Domestico".
- Altamirano, M. & Cabrera, C. (2006). *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual*. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, vol. 9, N° 17, pp: 75-84.
- Amir, M., Hafidi, J., Bailly, J. 2003. *Characterization of humic acids extracted from sewage sludge during composting and of their sephadex gel fractions*. *Agromy*, (23): 269–275.
- Arellano, E., & Ginocchio, R. (2013). *Desafíos de las políticas públicas de gestión de residuos orgánicos en Chile para fomentar su reutilización en sistemas degradados*.
- Avendaño Acosta, E. F. (2015). *Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos . análisis del caso bogotá d.c . programa basura cero*.
- Badenier, P. (2014) *La educación a luz de la reforma*. Revista Educación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Chile.
- Bonmatí, A. (2008). Evaluación y prevención de riesgos Ambientales e Centroamérica. P. Andrés & R. Rodríguez (Eds.). Capitulo 8: Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos (pp. 215-250).
- Castrillón, O. & Puerta, S. (2012). Revista Lasallista de Investigación. *Impacto del Manejo de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallistas*, vol. 1, (pp: 15-21).

CEARS, Centro de Economía y Administración de Residuos Sólidos. (2011). *“Plan de Manejo Integral de Residuos. Valparaíso: UTFSM”*. [En línea]. Disponible en <http://www.cears.usm.cl/estudio-de-plan-de-manejo-integral-de-residuos-solidos-region-de-valparaiso>.

Clemente, Rodrigo. *Propuesta de plan medio ambiental de carácter municipal para el manejo de residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Olmué*. Trabajo de Titulación para optar al título profesional de Ingeniero Ambiental. Valparaíso, Chile. Universidad de Valparaíso, 2014. 127p.

Corporacion Nacional Forestal.(2009). *Tecnicas de Compostaje Ficha N°5*.

Comisión Nacional de Medio Ambiente.(2001). *Estructura de un plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios, (pp: 1-12)*.

Comisión Nacional de Medio Ambiente.(2005a).*Política de gestión integral de residuos sólidos*, Santiago de Chile, Chile.

Comisión Nacional de Medio Ambiente.(2004). *Estrategia de reciclaje en la Región Metropolitana*. Estudio de caso, area de gestion de residuos y materiales peligrosos.

Comisión Nacional de Medio Ambiente.(2005b). *Sistemas de Reciclaje: Estudio de cases en la Región Metropolitana*. Edición y corrección de textos: María Eugenia Meza, Santiago de Chile, Chile.

Comisión Nacional de Medio Ambiente.(2006).*Informe final estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Ingeniería. Esc. de Ingeniería en Construcción grupo de Residuos Sólidos.

Comisión Nacional de Medio Ambiente. (2010). *Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile. Basado en el proyecto "Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos en Chile"*. Santiago de Chile, Chile.

CompostaRed.(2011). *Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico*. Manual realizado por la Red Estatal de Entidades Locales por el compostaje doméstico y comunitario.

DANTE, Flores: Guía No. 2. *Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos*. Quito, Guía No. 2 (Marzo.2001); p.7.

Delgado, M. (2004). "Humus de Lombriz: Caracterización y Valor Fertilizante". [En línea]. Disponible en <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/CARAC%20Y%20VALOR%20FERTILIZANTE.pdf>

Demirbas, A. 2009. *Biofuels: Securing the planet's future energy needs*. Springer-Verlag, London, United Kingdom. 343 p

Diaz, E. (2002). *Guía de Lombricultura: Una alternativa de producción, para emprendedores y productores agro*. Municipalidad de La Rioja, Argentina.

DIGA. (2012). Dirección de Gestión Ambiental, Municipalidad de La Pintana. [En línea]. Disponible en <http://www.digap.cl/wpress/>.

Elias Castells, Xavier. (2012). *Tratamiento y Valorización Energética de Residuos*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

EMERES. (2014). Gestión local sustentable. Directorio y observatorio Residuos de Chile, [En Línea]. Disponible en <http://www.directorioresiduos.cl/DR/?p=466>.

- Fundación Chile, 2010. "Tecnología de Incineración Catalítica". [En línea]. Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articles-49990_17.pdf
- Gabetta, J. (2009). *Lombricultura Rentable. Manual Teórico-Práctico Para La Cría Comercial De Lombrices* (Segunda ed.). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Continente.
- Gajalakshmi, S. & Abbasi, S.A. (2004). Earthworms and vermicomposting. *Revista Indian Journal of Biotechnology*, vol. 3, pp: 486-494.
- Greenpeace. (Agosto de 2011). "Nuevas Tecnologías para el Tratamiento de Residuos Urbanos: Viejos Riesgos y Ninguna Solución". [En línea]. Disponible en <http://noalaincineracion.org/wp-content/uploads/riesgos-tecnologias-residuos-urbanos.pdf>.
- Gornham, J.P. (2012). Verdes por necesidad. *Revista Que Pasa*. [En línea]. Disponible en: <http://www.quepasa.cl/articulo/actualidad/2012/06/1-8703-9-verdes-por-necesidad.shtml#note>
- Hermosilla Mundaca, C. A. (2005). "Evaluación Económica De Una Planta De Compostaje En La VIII Región De Chile". [En línea]. Disponible en http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2005/hermosilla_c/doc/hermosilla_c.pdf.
- Ilustre Municipalidad de Quilpué. (2010). *Plan de Desarrollo Comunal de Quilpué 2010-2013, Actualización*. Secretaría Comunal de Planificación. Chile.
- Ilustre Municipalidad de Quilpué. (2010). *Plan de Regulador Comunal de Quilpué 2010-2013, Actualización*. Secretaría Comunal de Planificación. Chile.
- Ilustre Municipalidad de Quilpué. (2015). *Plan de gestión de residuos*. Dirección de Gestión Ambiental (DIGA).

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. *Valorización Energética de RSU (Residuos Sólidos Urbanos)*. Estudio de Pre factibilidad Situación Nacional e Internacional Propuesta para el Desarrollo Local. 2010.

Ley 18.620, Dirección del Trabajo. (6 de Julio de 1987). "Código del Trabajo". (C. H. Ramírez Guerra, Ed.). [En línea]. Disponible en http://www.dt.gob.cl/legislacion/1611/articulos-95516_recurso_1.pdf.

López, J. 2011. Quilpué: De Floreciente Villa a Ciudad Capital. Ilustre Municipalidad de Quilpué. Editora e ImprentaMaval Ltda.

Mazzeo, Nadia Melisa. (2012) Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos urbanos. 1a ed. San Martín: Inst. Nacional de Tecnología Industrial – INTI.

Miliarium. (2008). "Bioetanol". [En línea]. Disponible en <http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Biocombustibles/Bioetanol.asp>.

Ministerio de Desarrollo Social.(2013). *Metodología de formulacion y evaluacion socioeconomica de proyectos de valorizacion de residuos municipales*. División de Evaluación Social de Inversiones.Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Ministerio de Desarrollo Social.(2013). *Metodología de preparación y evaluación de proyectos de residuos sólidos domiciliarios y asimilables*. Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Ministerio del Medio Ambiente. (2010)*¿Hacia dónde va la Gestión Ambiental Local? Aportes y sugerencias pensando en Río+20*. Ministerio del Medio Ambiente, 9 pp. Chile.

Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *Informe del Estado del Medio Ambiente*.Capitulo 3: Residuos (pp: 135-165). Santiago de Chile, Chile.

- Ministerio de Planificación.(2006). Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos. Realizado por el Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Nixon, J., Dey, P.,Ghosh,S. (2013). *Evaluation of options for energy recovery from municipal solid waste in India using the hierarchical analytical network process*. Energy 59:215-223.
- Nodar Balseiro, L. (2012). “Planta de Biogás: Finca Mouriscade”. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Producción Animal. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Norma Chilena Oficial 2880. (2004). *Compost - Clasificación y requisitos*. División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, Chile.
- Norma Chilena Oficial 3322. (2013). “Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos”. División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, (2007). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. En conjunto con la Secretaría Estatal para Asuntos Económicos (SECO) y el Laboratorio de Análisis de Residuos (LARE), La Habana, Cuba.
- Plamero, R. (2010) *Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional de pilas o montones*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Área de agua y agricultura. Tenerife.
- Paneque, M., Román-Figueroa, C., Vásquez-Panizza, R., Arriaza, J. M., Morales, D., y Zulantay, M. (2011). *Bioenergía en Chile*. (M. Paneque, Ed.) Santiago de Chile, Región Metropolitana, Chile: Alfabetas Artes gráficas.

- Román Pilar, Martínez María M., Pantoja Alberto. (2013) *Manual de compostaje del agricultor experiencias en América latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.2013.
- Sánchez Á., Espinosa D., Olmedo.(2006) *Estudio de alternativas de diseño de plantas de compostaje en almazaras ecológicas de tamaño reducido*. Ecopoda S.L.
- Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos, (2014).Plan de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios, Región de Valparaíso, estrategia corto plazo 2011-2014: *Diagnostico actual y soluciones proyectadas "Rellenos sanitarios y plantas de transferencia"*. Gobierno de Chile, Chile.
- SEDESOL. (2001). *Manual Técnico – Administrativo para el Servicio de Limpia Municipal*. México.
- SEDESOL.(2010) *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*.Mexico.
- SEOÁNEZ M. (2000) *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente. (2002). Información General Relativa a Residuos Domiciliarios.
- Sharholy, M., Ahmad, K., Mahmood, G., 2007. Análisis de los sistemas de gestión de residuos sólidos municipales en Delhi En: Libro de Actas del II. Congreso Internacional de la Química y Medio Ambiente, Indore, India.p773- 777.

López, J. 2011. Quilpué: De Floreciente Villa a Ciudad Capital. Ilustre Municipalidad de Quilpué. Editora e Imprenta Maval Ltda.

Lorenzo Acosta, Yaniris; Obaya Abreu, Ma Cristina, 2005. La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte IICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana, Cuba. vol. XXXIX, núm. 1, pp. 35-48

Tchonobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos. México*. Editor: McGraw-Hill/Interamericana de España, vol: I y II.

Jaramillo, g. & Zapata, I. (2008) *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Posgrados de Ambiental. Especialización en Gestión Ambiental.

Varnero, M. T., Galleguillos, K., y Rojas, R. (2011). "Sistemas de Compostaje para el Tratamiento de Alperujo". *Información Tecnológica*, 22 (5), 49-56.

Zappi,(2010). *Gestion ambiental local sustentable de residuos solidos domesticos: Caso dela pintana*. Direccion de Gestion Ambiental de la Pintana. Region Metropolitana.

10 Anexos

10.1 Anexo I.

Metodología y planificación caracterización RSD Quilpué 2014

La siguiente metodología fue realizada por la Dirección de Gestión Ambiental de la I. Municipalidad de Quilpué.

Quilpué se subdividió en seis subsectores en función de características socioeconómicas de la comuna, tratando de agruparlas de manera uniforme. Y así realizar caracterización de RSD para obtener posibilidad de gestión de residuos para la comuna.

La metodología:

1. Definición de ruta
 - a. Selección de 1 cuadra representativa de cada subsector, (debe cumplir con la condición de poseer mínimo 16 viviendas por cuadra.)
2. Retiro de RSD desde origen, en días y horarios de frecuencia de cada sector, ensacarlas y rotularlas según fichas entregadas.
3. Traslado al lugar de caracterización (patio superior de operaciones)
4. Tarar la totalidad de la muestra por subsector.
5. Registrar y Tabular datos.
6. Separar material para caracterización, si la muestra sobrepasa los 200 kg realizar homogeneización de la muestra y cuarteo hasta que se logre el 10% de la muestra.
 - a. Tomar la muestra y separar por material e identificarlo por tipo:
 - i. Papel- cartón
 - ii. Plástico (PET)
 - iii. Vidrio
 - iv. Orgánico (cascaras verduras frutas)
 - v. Latas y metales

- vi. Tetra pack
 - vii. Textil
 - viii. Otro (bolsas, neumático, peligroso, desecho(papeles-toallanova)
- b. Tarar y estimar volumen de cada material con respecto al total de la muestra (%)
 - c. Volumetría de cada material.
7. Tabular información.

Rutas por subsector

1.-Sector 1 población argentina:

Muestra:calle 18/ calle3/ calle20/ calle 5/

2.- Sector 2 belloto sur

Muestra: las najadas/bonanza/troncos viejos/el encuentro/

3.-Sector 3: Centro

Muestra: Baquedano/Claudio vicuña/Andrés bello/Vicuña Mackenna/

4.-Sector 4: Cumming

Muestra: barro Jarpa/mena/Alessandri/V.letelier.

5.-Sector 5 Belloto Norte

Muestra: Santiago/PérezFreire/Febres/

6.- Sector 6 Retiro-el Sol

Muestra: san enrique/Uribe/Latorre/Lisboa/

Calendarización:

Tabla 82. Calendarización

HR	lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:00-10:00	Sector 1		Sector 2		
9:00-11:00	Sector 4				
10:00-12:00		Sector 6			
15:00-17:00		Sector 5			
nocturno	Sector 3				

Ficha Caracterización de residuos por sector

Sector:

_____ fecha: _____ horario: _____

Porcentaje de generación por sector

Residuos sólidos NO PELIGROSOS generados			
<input type="checkbox"/> Orgánico	<input type="checkbox"/> Plástico	<input type="checkbox"/> Textiles	<input type="checkbox"/> Papel
<input type="checkbox"/> Cartón	<input type="checkbox"/> Vidrio	<input type="checkbox"/> Llantas	<input type="checkbox"/> Metales
<input type="checkbox"/> Otros:			
Residuos sólidos PELIGROSOS generados (especificar cantidad y periodo de tiempo)			
<input type="checkbox"/> Aceites usados	<input type="checkbox"/> Solventes	<input type="checkbox"/> Baterías y pilas	<input type="checkbox"/> Tintas y tinturas
<input type="checkbox"/> Lubricantes	<input type="checkbox"/> Filtros de aceite	<input type="checkbox"/> Pegamentos	<input type="checkbox"/> Removedores
<input type="checkbox"/> Limpiadores	<input type="checkbox"/> Líquido de frenos	<input type="checkbox"/> Pinturas	<input type="checkbox"/> Químicos de Fotografía
<input type="checkbox"/> Insecticidas, herbicidas	<input type="checkbox"/> Lámparas de neón (tubos)	<input type="checkbox"/> Combustibles	<input type="checkbox"/> Estopas impregnadas con residuos peligrosos
<input type="checkbox"/> Otros:			

Figura 32: Ficha de Caracterización de residuos por sector

10.2 Anexo II.

Experiencia de Otros Municipios.

Municipalidad El Bosque

Con una población de 175 mil habitantes y 179 hectáreas de áreas verdes, El Bosque ha definido un Plan de Manejo Integrado de Residuos con participación activa de la comunidad, el municipio, recicladores de base, gestores ambientales y empresas.

Un gran paso en materia ambiental que dieron desde El Bosque, fue consolidarse en 2011 como la primera comuna del país en instalar un “techo verde” en una Escuela Pública. Fue el caso del establecimiento Salvador Allende Gossens, donde este jardín de flores y árboles de

hoja caduca que cumplen dos funciones: en verano propiciar sombra para refrescar y en invierno impedir el paso del frío.

La comuna cuenta además con tres grandes Puntos Limpios. Uno de ellos para reciclar Tetra Pack (cartón), en el Centro de Salud Familiar (Cesfam) Cóndores de Chile. Los otros dos, permitirán reciclar otro tipo de cartones, también Tetra Pack, plástico Pet, papeles, revisto y lato de aluminio. Se ubicará uno en la Población Los Sauces y en la Villa Esperanza.

La estrategia municipal también incluye un Programa de reciclaje en establecimientos educacionales. A través de este, se permite la recuperación de materiales reciclables en ocho colegios municipales, plástico pet, aceites usados, latas de aluminio y tetra Pack.

Tres de los colegios fueron certificados en el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SINCAE), del Ministerio del Medio Ambiente, destacados por su trabajo en distintos temas ambientales: Marcial Martínez, Ciudad de Lyon y Batalla de la Concepción. Para, 2015 se busca incorporar dos colegios más en el programa, además de algunos jardines.

El Bosque además, ha creado un Programa de Lombricultura, que consiste en la habilitación de centros experimentales en tres establecimientos educacionales. De esta forma, se produce humus a través de lombrices californianas, con el fin de recuperar la materia orgánica generada en casino y ferias cercanas al recinto.

Finalmente destaca también, un Programa de Compostaje. El municipio entrega gratuitamente composteras a la comunidad como herramienta de educación y producción de compost, con el fin de reducir la materia orgánica presente en los residuos que van al relleno sanitario. (EMERES, 2014)

Municipalidad de La Florida

Se trata de una de las comunas con mayor cantidad de población de la Región Metropolitana. Con más de 365 mil habitantes, por ello, la estrategia para manipular la basura está planificada también en pos del desarrollo económico del sector.

Por una parte, el municipio de La Florida encargó un estudio de factibilidad para gestionar los residuos orgánicos de las ferias libres, instaladas en la comuna.

En los colegios de la zona, se han implementado además el reciclaje de residuos orgánicos en establecimientos educacionales, mediante el compostaje y la lombricultura.

Las metas del municipio, establecen también aumentar los puntos limpios en la comuna, confirmando alianzas con diversas empresas del rubro de reciclaje, generar instancias de reciclaje electrónico para la comunidad e implementar el reciclaje de aceite en establecimientos del rubro de la alimentación y en establecimientos educacionales de la comuna. (EMERES, 20014)

Municipalidad de Maipú

La creación del proyecto EcoSede – EcoBarrio en la ciudad satélite, donde habitan más de 400 mil personas, se enmarca en el proceso de integración del Municipio en el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM).

El sistema permite al municipio obtener el reconocimiento de ser una entidad en cuyo sello se considera el factor ambiental como un pilar fundamental en el manejo del territorio. De esta manera, todo avance que se vea reflejado dentro de la comuna mediante distintos proyectos de lineamiento medioambiental.

A partir de una EcoSede es posible generar un EcoBarrio en Maipú, con una visión de largo plazo.

Lo que caracteriza este proyecto, son los elementos que se logren integrar en todo el barrio, así como huertos, elementos eficientes en el uso de la energía, proyectos compatibles con el cuidado del medio ambiente, entre otros, pero siempre con la activa participación y gestión del municipio a través de la DAOGA (Dirección de Aseo, Ornato y Gestión Ambiental). (EMERES, 2014)

Municipalidad de Villa Alemana

En Villa Alemana, la municipalidad decidió hacer una licitación pública durante febrero para instalar un Centro de Selección y Acopio de Materiales Reciclables en el vertedero municipal, que actualmente no recicla más del 2% de los desechos. El actual el reciclaje de la fracción orgánica de los RSD se compone por un proceso de compostaje y de lombricultura, estos procesos se hace de forma informal, y el plan de la municipalidad es que la empresa que se adjudique el proyecto cree las condiciones para formalizar estas faenas creando al menos 10 puestos de trabajo. Se espera que el porcentaje de desechos reciclados (inorgánicos y orgánicos) aumente a un 5%.

Además de reciclar en el vertedero, el municipio comenzará en marzo un “Programa Piloto de Educación Ambiental y Reciclaje Inclusivo para la Ciudad de Villa Alemana”, en el que se instalará al menos un “Punto Limpio Escolar” en cada uno de los 16 colegios municipalizados de la comuna, con la intención de postular al programa de Certificación Ambiental de Centros Educativos del Ministerio del Medio Ambiente.

Según José Sabat, alcalde de Villa Alemana, estas iniciativas son necesarias porque se hace indispensable tomar conciencia de la cantidad de basura que se produce al día y de que hay

formas de reducir el volumen. La iniciativa, además, contempla una permanente fiscalización y evaluación del proyecto para certificar un cambio de hábitos en materia de medio ambiente y de manejo de desechos sólidos, especialmente entre la comunidad escolar.

En este Anexo se detalla la información recopilada en la visita a terreno realizaba a las dependencias de la Ilustre Municipalidad de Villa alemana el día jueves 21 de diciembre de 2015.

Municipalidad de la Pintana

Esta comuna cuenta con una Dirección de Gestión Ambiental (DIGA). Desde allí, la Pintana ha apostado por el Desarrollo Sustentable, entregar una propuesta teórica y metodológica de trabajo educativo a su población, comunitaria y política en la perspectiva del diseño y elaboración de agendas de acción ambiental, las cuales han permitido cerrar las brechas socio-ambientales de la comuna, barrios y hogares, que conforman la realidad para más de 202 mil habitantes.

El municipio actualmente imparte talleres gratuitos de reciclaje (como tal), valorización de residuos, lombricultura, compostaje domiciliario. Además, se ha creado un Proyecto de Manejo de Residuos Escolares. El programa establece el manejo integral de la basura sólida en establecimientos educacionales de la comuna. (Marchant, 2016)

De esta forma, en La Pintana busca concientizar a los estudiantes, formando comités ambientales en estos recintos. A estos esfuerzos, se suma la creación de huertos orgánicos urbanos (agricultura urbana orgánica), los huertos para hierbas medicinales y la producción de champiñones. (EMERES, 2014)

Se detalla la información recopilada en la visita a terreno realizaba a las dependencias de la Ilustre Municipalidad de la Pintana el día jueves 4 de febrero de 2016.

En la visita acordada con el director de la DIGA, Don Felipe Marchant a las dependencias de la DIGA (Av. Santa Rosa 13.345) el día 11 de febrero de 2014 fue posible conocer in situ lo que se está realizando actualmente en la comuna, en cuanto a la estrategia de gestión de residuos mediante un tour realizado por la encargada del Departamento de Educación Ambiental.

Según la encuesta CASEN (2006) aun hoy esta comuna es una de las más pobres de Santiago y de Chile, posee una superficie de 3.031 hectáreas (30,31 km²) y una población de 190.085 hab.lo cual repercute en un bajo régimen tributario exigible, por ende en un presupuesto anual reducido para el municipio.

Esta comuna a pesar de su vulnerabilidad es emblemática cuando se trata de abordar la problemática de la pobreza y también es un ejemplo, si se trata de destacar una gestión ambiental exitosa en el país. Y aunque para muchos la pobreza y el medio ambiente son temas totalmente distintos, el abordarlos de manera conjunta e integral ha sido una de las razones del éxito de la gestión medioambiental que ha venido aplicando este municipio (Gornham, 2012).

En su direcciones municipales cuenta con una Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) (Figura 33), encabezada por su director Don Felipe Marchant. La DIGA ha desarrollado una serie de estrategias técnicas y políticas que han permitido fortalecer una visión ambiental, en los términos de la Agenda Local 21. Está compuesta por cuatro departamentos, áreas verdes, educación ambiental, operaciones ambientales y salud ambiental los cuales han trabajado en conjunto para cumplir con el desarrollo de la estrategia comunal “Residuos para el desarrollo” orientada a la gestión integral de los residuos.

El departamento de educación ambiental, en el afán de contribuir a esto ha propuesto en sus metas trabajo una serie de lineamientos en donde el proyecto Separación en Origen ha desarrollado la estrategia de Residuos para el Desarrollo y crea el “Programa Comunal de

Separación de Residuos en Origen “Figura basado en que el manejo de los residuos debe involucrar y comprometer a sus propios generadores, como principales responsables. También es elemental solucionar con participación comunitarias la problemática de los residuos a nivel local y reforzar los equipos ambientales.



Figura 33. Oficinas DIGA

El Programa de Separación en Origen se ha iniciado con los residuos vegetales, que corresponde a la mayor porción (56%) del total de los residuos, siendo ésta la que “ensucia” las demás fracciones (plásticos, vidrio, metal y papel, etc.), dificultando sus procesos de separación, acumulación y tratamiento. Con esto se logra reducir el volumen total de residuos y por ende generar ahorros en disposición final, lo que libera recursos para inversión local. (Zappi,2010)



Figura 34. Propaganda “Programa Comunal de Separación de Residuos en Origen”
Fuente. DIGAP, I. Municipalidad de la Pintana, 2016

Este programa comenzó en diciembre de 2005, producto de la necesidad de ahorrar en el manejo de los residuos, según el alcalde de La Pintana, Don Jaime Pavez, un 6% del presupuesto municipal se destina a la recolección y disposición de los residuos.

Hasta 2009, el programa recolectaba 15 toneladas diarias de desechos vegetales. Actualmente, y luego de una campaña de sensibilización a fines de 2010, recoge 35 toneladas al día de vegetales con los que haces compost y humus (de un total de 150 toneladas diarias de desechos de la comuna), que significan \$ 350.000 de ahorro diarios al municipio.

La recolección de los residuos vegetales es realizada con una frecuencia de tres veces semanales, los días martes, jueves y sábados. El camión recorre un 70% de las casas de la comuna. Muchos habitantes están acostumbrados a separar la basura, e incluso poseen dos basureros en las cocinas, para hacerlo de forma cómoda y rápida.

Una vez recolectados, los residuos vegetales separados en origen se llevan a una planta de tratamiento de 7.500 m² ubicada en la comuna. La planta de lombricultura (Figura 35) está emplazada en 2.000 m², posee 136 camas de lombriz californiana *Eisenia foetida* de 15

metros de largo cada una, y trata entre 18 y 20 toneladas de residuos por día. En la planta se tratan en total 36 toneladas de residuos por día, provenientes de domicilios, ferias y de las tareas de poda. Los residuos llegan a la planta muy bien separados; con solo un 0,04% de impurezas (principalmente bolsas plásticas que algunas gentes aún utilizan en los recipientes).

Luego del proceso se obtiene como producto es el humus, un fertilizante vegetal rico en nutrientes y libre de patogenicidad, que es utilizado en el vivero, donde se producen más de 500.000 plantas al año o bien se destina para apoyo a otros programas del municipio (Programa de Silvicultura) evitando los costos asociado a su compra y también es regalado a los vecinos para incentivarlos a seguir reciclando. A mediano plazo, el plan es aumentar la producción para comercializar el producto. En el predio trabajan 4 personas, que reciben un salario mensual de US\$ 600 (CL\$ 280.000)



Figura 35. Lechos de lombricultura sin separación de hormigón

La planta de compostaje Figura 36 ocupa un espacio de 5.000 m² y trata unas 18 toneladas de residuos vegetales por día, estos previamente son mezclados con el chipeo proveniente de las podas con el propósito de optimizar el proceso de este proceso se obtiene un compost (Figura 37) de alta calidad que es utilizado sustituyendo a la tierra de hoja como mejorador de suelo.

Esta planta entrega una respuesta técnica ambiental y económicamente sustentable al manejo y reducción de volúmenes de los residuos de origen vegetal, provenientes en un principio solo de las ferias libres y restos de podas de la comuna, para que a través del proceso de compostaje (reciclar y reutilizar como insumo dentro de la misma comuna).

Actualmente se ha incorporado el tratamiento de residuos vegetales provenientes de domicilios previa separación en origen realizada por los propios pobladores. Los beneficios de este proyecto permite disminuir el volumen de residuos llevados hasta el relleno sanitario, realizar un notable ahorro de los recursos municipales, sustituir la tierra de hoja como mejorador de suelo, también sensibilizar a la comunidad respecto a la minimización de los residuos domiciliarios.

La entidad encargada del monitorear el funcionamiento es el departamento de operaciones ambientales, las que en un comienzo se iniciaron solamente como un taller de educación ambiental y hoy en día entregan una respuesta técnica ambiental y económicamente sustentable al manejo y la reducción de volúmenes de residuos de origen vegetal.



Figura 36. Pilas de Compostaje.

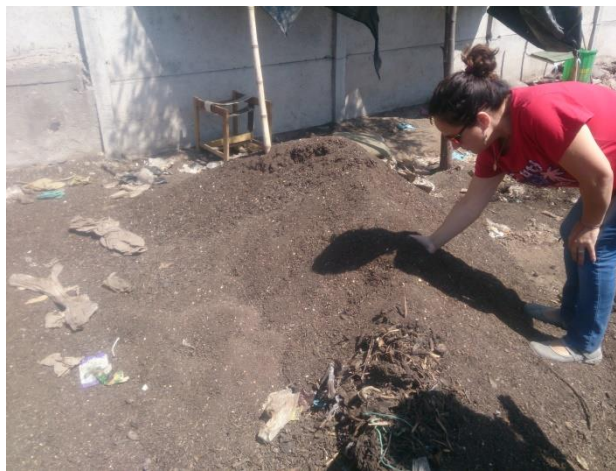


Figura 37. Compost producido.

La chipeadora utilizada para el chipeco de las podas, ramas los vehículos de combustión interna utilizados en las dependencias del municipio funcionan con biodiesel, Figura 38 un biocombustible que utiliza en su elaboración los aceites comestibles como materia prima, estos últimos se obtiene gracias a la recolección de los aceites de los carros de fritura, negocios que utilicen aceites en sus cocciones y hogares de la comuna, mensualmente se

recolectan del orden de 150 litros. Esta es una iniciativa beneficiosa a que contribuye en abaratar costos en combustible y además evita que estos aceites vayan a parar al alcantarillado, por lo tanto, se excluye del tratamiento de aguas servidas.



Figura 38. Sistema obtención Biodiesel y Biodiesel.

El municipio actualmente imparte talleres gratuitos (Figura 39) de reciclaje, valorización de residuos, lombricultura, compostaje domiciliario. Se fomenta también la agricultura urbana en un programa de huertos caseros, con asistencia técnica e insumos de producción municipal. Además, se ha creado un Proyecto de Manejo de Residuos Escolares. El programa establece el manejo integral de la basura sólida en establecimientos educacionales de la comuna.

De esta forma, en La Pintana buscan concientizar a los estudiantes, formando comités ambientales en estos recintos. A estos esfuerzos, se suma la creación de huertos orgánicos urbanos (agricultura urbana orgánica), los huertos para hierbas medicinales y la producción de champiñones.



Figura 39. Talleres Gratuitos

La implementación de esta estrategia trae al municipio beneficios reales, el ahorro total generado durante el año 2009 fue de 55.182.000, siendo la disposición final de residuos vegetales 3120 [t/año] la que contribuye en mayor medida a este ahorro con 24.000.000, le sigue con un ahorro de alrededor de 18 millones de pesos la adquisición de composta con 1250 [m³/año] (Zappi, 2010).

Según Gaia, (2012) el sistema de recuperación de residuos vegetales cuesta menos dinero que llevar todos los residuos al relleno sanitario. Esto se debe principalmente al ahorro en costos de recolección y disposición. Por cada viaje que se hace a la planta de tratamiento de residuos vegetales, en lugar de hacerse hasta la estación de transferencia, se ahorran 22km de viaje. El reemplazo de combustible fósil por biodiesel acarrea un ahorro de US\$ 100 (CL\$ 50 mil) diarios. En cuanto a los costos de tratamiento, las técnicas de compostaje y lombricultura resultan mucho más baratas que la disposición en el relleno sanitario privado. Por el funcionamiento de la planta de compostaje y lombricultura, el municipio ahorra US\$ 750 diarios (CL\$ 375 mil) sólo en costos de disposición.

Con los datos anteriores queda de manifiesto que la implementación de una estrategia genera beneficios en todos los ámbitos, es por esto que los demás municipios deberían

implementar estas iniciativas para el manejo de sus residuos siguiendo como ejemplo a esta comuna que nos deja una gran lección ya que pese a sus carencias económicas han sabido sortear las dificultades y con la participación activa de la ciudadanía han logrado el éxito por el que hoy son tan reconocidos a nivel país.

Plan de manejo de la FORSD de la Municipalidad de Villa Alemana.

En la visita acordada con Camila Muñoz Cortes, de la Unidad Educación Ambiental, Dirección Ambiental Municipal, I. Municipalidad de Villa Alemana para el día 17 de diciembre de 2015, fue posible conocer el funcionamiento lo que sucede en esta comuna con el Programa de reciclaje de residuos empleado en esta comuna.

Villa Alemana, autodenominada la capital del medioambiente viene trabajando desde el año 2012 en la implementación de este programa que ha resultado exitoso y reconocido a nivel regional.

El municipio dentro de sus departamentos cuenta con una Dirección Ambiental del Municipio (DAM) que está dividida en tres unidades: Unidad de Educación Ambiental encargado del reciclaje, chalas, talleres, programas, Unidad de Parques y Jardines que tiene que ver con el tema del vivero, las plazas, poda de árboles y Unidad de Aseo y Ornato que tiene que ver con el camión de la basura, el aseo, los micro basurales.

El municipio lleva a cabo actualmente el programa separación en origen, el cual separa todos los residuos que llegan desde la comuna, este programa trabaja con un camión el cual se encarga de la recolección de los residuos orgánicos e inorgánicos. Los propios trabajadores de este programa se encargan de las labores de separación (Figura 40)



Figura 40. Separación de residuos reciclables

El Residuo orgánico como el papel el municipio tiene convenio con la fundación San José, pero quien realiza el retiro de esto es SOREPA.

El programa posee dos domos, un domo (Figura 41) hecho de material reciclado de las propagandas electorales, este se utiliza para la realización de talleres participativos para la comunidad, este mismo es utilizado también como un vivero. También se ha construido un domo (Figura 42) de que está hecho con adobe y neumáticos, dentro de este se acopian de cosas más pequeñas como tapitas para aprovecharlas en distintas. Aquí mismo existe un pequeños acopio de pila las cuales son retiradas por la empresa reciclamos tu mundo. El lugar en donde se emplaza el programa ha ido mejorando con el tiempo, esto ha sido realizado por los mismos trabajadores quienes cuidan el lugar y lo embellecen con la implementación de jardineras, realizadas con botellas de plástico o neumáticos pintados lo que genera un ambiente grato para visitantes y trabajadores.



Figura 41. Domo de material reciclado.



Figura 42. Domo de material reciclado.

Actualmente también se trabaja con barrios sustentables por, un ejemplo es Mira valle que incluye tres juntas de vecinos en donde ellos trabajan activamente en la construcción de huertos, plazas y utilizan neumáticos y eco ladrillos para embellecer el lugar en donde habitan.

La mayor parte del programa tiene relación con el tratamiento de los residuos orgánicos, mediante la técnica de Compostaje y Lombricultura encargada por el plan de empleo de CONAF que es anexo al municipio. El municipio posee convenios con ferias y verdulerías de la comuna, el mercado, juntas de vecinos y el hospital de Peña Blanca, el retiro de estos residuos son durante las jornadas mañana y tarde.

Los residuos luego de ser recolectados, son dispuestos en una zona donde las funcionarias de CONAF mediante palas pican (para acelerar los procesos de degradación) los vegetales (figura 43) y los llevan a las pilas de compostaje Figura 44 en donde son mezclados con los chips provenientes del chipeo de las podas para la fabricación de las camas. Estas son dejadas alrededor de 6 meses, y durante este tiempo son volteadas manualmente, y regadas dependiendo del calor, luego son tapadas con nailon o malla Rachel. Cuando ha cumplido su tiempo son trasladadas al harnero (

Figura 45) donde se realiza el afino y se obtiene finalmente el compost el cual es ensacado y despachado. Todo el material grueso lo devuelven a la pila, ya que nada se pierde nada se pierde. El número de pilas es relativo y va dependiendo del harnero lo máximo que se ha llegado a tener son 80 pilas.



Figura 43. Vegetales Picados.



Figura 44. Pilas de Compostaje.

El proceso de Lombricultura (figura 45) se realiza de la misma forma pero con las lombrices rojas californianas, esta se come la materia orgánica y las heces que produce es el humus. Este se produce en menor cantidad que compost debido a sus propiedades.



Figura 45. Proceso de Arneado



Figura 46. Camas de Lombricultura.

El porcentaje de residuos que entra a los tratamientos es insignificante comparado con la gran cantidad de residuos orgánicos que genera la comuna, actualmente se trabaja solo con 5 verdulerías de la comuna, tres ferias y cuatro juntas de vecinos de las cuales alrededor de 20 personas participan en el programa por lo que para que esto se realmente significativo es necesario contar con la participación de todos.

Debido a la baja cantidad de residuos vegetales tratados mediante estas técnicas los productos de compost y humus son generados de forma limitada. De acuerdo a datos reales proporcionados por el municipio en el año 2014-2015 se produjo una cantidad anual de 45 m³ de compost y 12m³ Humus.

El desafío de este programa es poder abarcar a la mayoría de la comuna y que cada vecino se haga cargo de sus propios residuos y pueda participar activamente en el programa contribuyendo con los residuos que ellos generan, de esta forma el plan podrá tener un real aporte al desarrollo de un manejo integral de los residuos.

10.3 Anexo III.

Lista de Aplicabilidad de la Normativa

La aplicabilidad de los distintos artículos normativos se clasificaron en alguno de los siguientes aspectos: procedimiento, instalación o capacitación. Cuando el aspecto normativo hace referencia a documentos, fichas, tablas, instructivos o pasos a seguir, se determinaba su aplicabilidad como “procedimiento”; si el aspecto normativo se enfocaba en la construcción, bodegas o infraestructuras en general su aplicabilidad se clasificaba como “instalación” y si el aspecto normativo tenía relación con conductas de personas o adquisición de conocimientos se clasificaba como “capacitación”.

Tabla 83. Normativa aplicable D.S. 4740/47 Reglamento Sobre normas Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.

Decreto 4740/47 Aprueba el Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.						
Artículo Normativo	Descripción del Artículo	Aplicabilidad				Comentario
		Instalación	Procedimiento	Capacitación	No Aplica	
Párrafo I						
26 N° 1	PROVEER A LA LIMPIEZA DE LOS SITIOS PUBLICOS DE TRANSITO Y RECREO				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Es obligación de las Municipalidades mantener limpias y aseadas las calzadas urbanas.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	La limpieza se efectuará en las horas de menor tránsito y, en lo posible, durante la noche, procurando evitar en todo caso el levantamiento de polvo, para lo cual se procederá a regar				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.

	previamente las calzadas.					
	Las basuras viales que se acumulen en las cunetas al practicar el aseo serán retiradas a la brevedad posible.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Las calles que tengan pavimento liso e impermeable serán aseadas preferentemente con agua a presión.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOCD.
	Los paseos, jardines, juegos infantiles, etc., se mantendrán permanentemente limpios, debiendo existir en ellos recipientes adecuados para papeles y desperdicios				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOCD.
	Las Municipalidades exigirán que todo locatario urbano practique el aseo de las aceras correspondientes a su domicilio, diariamente y antes de las 9 horas en el invierno y 8 horas en el verano.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOCD.
	Este aseo se practicará con el mínimo de molestias para los transeúntes.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	El aseo de las aceras correspondientes a edificios públicos se practicará por las Municipalidades.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
26 N°2	RECOLECTAR Y SOMETER A UN TRATAMIENTO ADECUADO PARA SU HIGIENIZACION LAS BASURAS, RESIDUOS Y DESPERDICIOS DE LA VIA URBANA.		X			Aplica, ya que se someterá a la FOC a un manejo adecuado para su higienización.
A.	Se entenderá por basuras los desperdicios sólidos, provenientes de la economía humana, cuyo alejamiento de las poblaciones no está regulado por leyes especiales (P) En cuanto a su origen, las basuras se clasificarán en: a) domésticas, b) viales, c) residuos industriales, y d) desperdicios hospitalarios. Basuras domésticas son las que resultan de la		X			Aplica, ya que es necesario conocer las definiciones de conceptos de este Reglamento.

	permanencia de personas en locales habilitados, tales como los residuos de la vida casera y los productos del aseo de los locales (P).					
B.	Recolección de las basuras. La recolección de las basuras se efectuará en la forma siguiente:		X			Aplica, ya que se realizara la recolección de la basura.
1)	Se exigirá a los particulares entregar las basuras al Servicio de Recolección que se haya establecido, dentro de un plazo máximo que será determinado de modo que la acumulación de ellas en los locales no constituya un peligro para la salubridad.		X			Aplica, ya que los Residuos que competen a esta propuesta serán entregados en plazos que permitan que estos no se acumulen en los hogares.
2)	Deberá fijarse el número, forma, capacidad y material de los depósitos destinados a contener las basuras, según su clasificación y tratamiento y los dispositivos para asegurar un cierre adecuado.		X			Aplica, ya que se dispondrá de contenedores de plástico, de un color característico de acuerdo a la norma que lo regule, que permitan separar las basuras en generación para su posterior manejo. Todos los contenedores contemplan tapas que permitirán que no exista emanación de malos olores ni se altere el medio visual.
3)	Se determinarán las horas más apropiadas para la presentación periódica de las basuras, a fin de reducir a un mínimo los inconvenientes sanitarios derivados de la recolección de éstas en la vía pública.		X			Aplica, ya que el recorrido de los camiones se establecerá en los horarios más apropiados.
4)	Los residuos industriales putrescibles, cuya recolección por el Servicio Municipal correspondiente no sea sanitariamente objetable, deberán ser retirados desde el interior de los locales en que				X	No aplica, porque la propuesta no contempla el manejo de residuos industriales putrescibles.

	se producen.					
5)	En caso que sea indispensable recolectar estos residuos en la vía pública se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar cualquier factor de insalubridad o molestia para el vecindario o para el público en general.				X	No aplica, ya que en ningún caso estos residuos serán recolectados desde la vía pública.
6)	Es indispensable fijar los períodos máximos para el retiro de estos residuos, determinando además las horas en que tal operación será permitida.		X			Aplica, ya que se fijaran los periodos máximos para el retiro de residuos.
C.	Transporte de las basuras.		X			Aplica, ya que el traslado de los residuos está considerado en la propuesta.
D.	Disposición de las basuras.				X	La propuesta no considera la disposición de basuras.
E.	Explotación de las basuras, sea con fines agrícolas, comerciales o fabriles, sólo podrá efectuarse por las Municipalidades o concesionarios de éstas y en plantas industriales autorizadas.		X			Aplica, ya que los productos obtenidos de los tratamientos, serán para el municipio propiamente tal y también para su comercialización.
	Las plantas industriales de basuras deberán tener como anexos: crematorios, cámaras sépticas o botaderos donde se depositen los residuos de la explotación.				X	No se va a realizar una planta industrial de basura.
	El local deberá estar convenientemente aislado y disponer de pabellones separados; de recolección, desinfección y almacenamiento, los cuales tendrán pisos y zócalos impermeables.				X	No se va a realizar una planta industrial de basura.
	La recolección y el transporte de las materias explotadas sólo podrán hacerse en depósitos provistos de tapas.		X			Aplica, ya que la materia orgánica para compostar deberá ser transportada en contenedores

						cerrados.
	Ningún material que no se destine al horno, cámara séptica o botaderos, podrá ser retirado de la planta sin que haya sido previamente desinfectado.				X	No, ya que no existe material que pueda causar infecciones que no sea previamente tratado.
	Los materiales putrescibles contenidos en las basuras deben ser tratados dentro de las cuarenta y ocho horas, quedando prohibidas su extracción.		X			Aplica, ya que los materiales putrescibles serán tratados o manejados en los plazos estipulados por la municipalidad
	Las Municipalidades llevarán una estadística de análisis cuantitativo y cualitativo de las basuras y de los materiales explotados.		X			Aplica ya que le compete al municipio.
F.	Depósito de basuras.				X	No aplica ya que la propuesta no contempla depósito de basura.
G.	Disposición de basuras en masas de agua.				X	No aplica ya que la propuesta no contempla depósito de basura en masas de agua.
H.	Higienización de las basuras.				X	La propuesta no contempla este tipo de higienización de basura.
26 N° 3	PRACTICAR LA VISITA DE CUALQUIER EDIFICIO, FINCA O LUGAR, A FIN DE EXIGIR QUE LOS DUEÑOS U OCUPANTES LOS PONGAN Y CONSERVEN EN BUENAS CONDICIONES DE LIMPIEZA, PUDIENDO, SIN PERJUICIO DE LA MULTA CORRESPONDIENTE, CLAUSURAR TODO SITIO O LUGAR QUE, CON SU FALTA DE ASEO, PONGAN EN PELIGRO LA SALUD Y EL BIENESTAR DE LOS HABITANTES. DICHA CLAUSURA SE LLEVARA A EFECTO TODA VEZ QUE EL DUEÑO U OCUPANTE NO HUBIERE PROCEDIDO A LA LIMPIEZA, DESPUES DE				X	Lo descrito en el artículo no se ajusta a la propuesta planteada.

	TRANSCURRIDO EL PLAZO PRUDENCIAL QUE LA AUTORIDAD MUNICIPAL HUBIERE SEÑALADO.					
26 N° 4	REGLAMENTAR LAS MEDIDAS TENDIENTES A EVITAR LAS MOLESTIAS PÚBLICAS, COMO HUMO, RUIDOS, OLORES DESAGRADABLES, GASES TÓXICOS, POLVO ATMOSFÉRICO Y EMANACIONES QUE PUEDAN AFECTAR AL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN.		X			Aplica ya que se emplearán las medidas tecnológicas y procedimientos adecuados para el tratamiento de los residuos.
26 N° 5	REGLAMENTAR LA LIMPIEZA Y CONSERVACION DE LOS CANALES, ACEQUIAS, NORIAS, BEBEDEROS, CAÑERIAS DE DESAGUES E INSTALACIONES SANITARIAS SIMILARES.				X	La propuesta no contempla lo descrito en el numeral 5.
26 N° 6	PROVEER A LA INSPECCION Y REGLAMENTACION DE MATADEROS, MERCADOS, PANADERIAS, CARNICERIAS, LECHERIAS, FRUTERIAS, FUENTES DE SODA, ALMACENES, HOTELES, RESTORANES, POSADAS, CASAS DE PENSION, BARES, CANTINAS y CUALQUIER OTRO ESTABLECIMIENTO DONDE SE PRODUZCAN, GUARDEN O EXPENDAN COMESTIBLES O BEBIDAS.				X	No presenta relación con la propuesta.
26 N° 7	PROVEER A LA REGLAMENTACION DE LOS BAÑOS PUBLICOS Y PARTICULARES, INSTITUTOS DE BELLEZA FISICA Y ESTABLECIMIENTOS SEMEJANTES.				X	No presenta relación con la propuesta.
26 N° 8	REGLAMENTAR, DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS Y LAS NECESIDADES HIGIENICAS DE LA LOCALIDAD, LAS CONDICIONES EN QUE SE PROCEDERA AL SANEAMIENTO PREVIO DE LOS TERRENOS EN QUE SE HARAN CONSTRUCCIONES, SIN PERJUICIO DE LO DISPUESTO				X *	

	EN LAS LEYES ESPECIALES QUE RIJAN LA MATERIA.					
26 N° 9	REGLAMENTAR LA CALIDAD, NATURALEZA Y DEMAS REQUISITOS HIGIENICOS QUE DEBERAN CUMPLIR LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES DE EDIFICIOS O LOCALES. EN LOS PUERTOS Y CIUDADES QUE INDIQUE EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA SERA OBLIGATORIA LA CONSTRUCCION DEL TIPO "A PRUEBA DE RATAS" DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO.				X*	
26 N° 10	REGLAMENTAR LAS CONDICIONES MINIMAS DE HIGIENE QUE DEBE CUMPLIR UNA CASA O LOCAL QUE SE OFRECE EN ARRIENDO.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 11	REGLAMENTAR LAS CONDICIONES DE LIMPIEZA, HIGIENIZACION Y CONSERVACION EXTERIOR DE LAS HABITACIONES, FÁBRICAS, EDIFICIOS PUBLICOS, CUARTELES, CONVENTOS, PRISIONES, TEATROS Y OTROS LOCALES PUBLICOS O PARTICULARES.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 12	FIJAR EL NUMERO MAXIMO DE PERSONAS QUE PUEDEN OCUPAR UNA HABITACION, EDIFICIOS O PARTE DE ELLOS.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 13	ESTABLECER LAS CONDICIONES SANITARIAS Y EL NUMERO MAXIMO DE ANIMALES QUE PUEDEN SER TOLERADOS EN CUALQUIER SECTOR DEL TERRITORIO MUNICIPAL.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 14	UBICAR EN BARRIOS ESPECIALES A CUALQUIER INDUSTRIA O ESTABLECIMIENTO QUE SEAN PELIGROSOS O MOLESTOS PARA LA POBLACION.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 15	ESTABLECER PLAZAS, PARQUES O LOCALES				X	No aplica ya que no tiene relación con la

	PUBLICOS DE JUEGO O RECREO PARA ADULTOS O NIÑOS, ASI COMO BAÑOS PUBLICOS GRATUITOS Y SERVICIOS DE TOILETTE PARA EL USO DE LA POBLACION.					propuesta.
26 N° 16	RESERVAR EXTENSIONES DE TERRENO PARA LA FUTURA CREACION DE SITIOS PUBLICOS DE ORNATO Y RECREO.				X	No aplica ya que tiene relación con la propuesta.
26 N° 17	PROVEER A LA PROTECCION SANITARIA CONTRA LOS INSECTOS, ROEDORES, PERROS U OTROS ANIMALES CAPACES DE TRANSMITIR ENFERMEDADES AL HOMBRE. EN EPOCA DE AMENAZA DE EPIDEMIAS, EL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES ESTARA A CARGO DE FUNCIONARIOS DE LA DIRECCION GENERAL DE SANIDAD.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 18	ESTABLECER LOS DESINFECTORIOS PUBLICOS EN LA FORMA DETERMINADA POR LOS REGLAMENTOS DEL SERVICIO NACIONAL DE SALUBRIDAD, PREVIA AUTORIZACION DEL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA, IMPARTIDA POR INTERMEDIO DEL MINISTERIO DEL INTERIOR.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
Decreto 4740/47 Aprueba el Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.						
Artículo Normativo	Descripción del Artículo	Aplicabilidad				Comentario
		Instalación	Procedimiento	Capacitación	No Aplica	
Párrafo I						
26 N° 1	PROVEER A LA LIMPIEZA DE LOS SITIOS PUBLICOS DE TRANSITO Y RECREO				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.

	Es obligación de las Municipalidades mantener limpias y aseadas las calzadas urbanas.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	La limpieza se efectuará en las horas de menor tránsito y, en lo posible, durante la noche, procurando evitar en todo caso el levantamiento de polvo, para lo cual se procederá a regar previamente las calzadas.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Las basuras viales que se acumulen en las cunetas al practicar el aseo serán retiradas a la brevedad posible.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Las calles que tengan pavimento liso e impermeable serán aseadas preferentemente con agua a presión.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Los paseos, jardines, juegos infantiles, etc., se mantendrán permanentemente limpios, debiendo existir en ellos recipientes adecuados para papeles y desperdicios				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Las Municipalidades exigirán que todo locatario urbano practique el aseo de las aceras correspondientes a su domicilio, diariamente y antes de las 9 horas en el invierno y 8 horas en el verano.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	Este aseo se practicará con el mínimo de molestias para los transeúntes.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
	El aseo de las aceras correspondientes a edificios públicos se practicará por las Municipalidades.				X	Para efectos de esta propuesta no compete en el manejo de la FOC.
26 N°2	RECOLECTAR Y SOMETER A UN TRATAMIENTO ADECUADO PARA SU HIGIENIZACION LAS BASURAS, RESIDUOS Y DESPERDICIOS DE LA VIA URBANA.		X			Aplica, ya que se someterá a la FOC a un manejo adecuado para su higienización.

A.	Se entenderá por basuras los desperdicios sólidos, provenientes de la economía humana, cuyo alejamiento de las poblaciones no está regulado por leyes especiales (P) En cuanto a su origen, las basuras se clasificarán en: a) domésticas, b) viales, c) residuos industriales, y d) desperdicios hospitalarios. Basuras domésticas son las que resultan de la permanencia de personas en locales habilitados, tales como los residuos de la vida casera y los productos del aseo de los locales (P).		X			Aplica, ya que es necesario conocer las definiciones de conceptos de este Reglamento.
B.	Recolección de las basuras. La recolección de las basuras se efectuará en la forma siguiente:		X			Aplica, ya que se realizara la recolección de la basura.
1)	Se exigirá a los particulares entregar las basuras al Servicio de Recolección que se haya establecido, dentro de un plazo máximo que será determinado de modo que la acumulación de ellas en los locales no constituya un peligro para la salubridad.		X			Aplica, ya que los Residuos que competen a esta propuesta serán entregados en plazos que permitan que estos no se acumulen en los hogares.
2)	Deberá fijarse el número, forma, capacidad y material de los depósitos destinados a contener las basuras, según su clasificación y tratamiento y los dispositivos para asegurar un cierre adecuado.		X			Aplica, ya que se dispondrá de contenedores de plástico, de un color característico de acuerdo a la norma que lo regule, que permitan separar las basuras en generación para su posterior manejo. Todos los contenedores contemplan tapas que permitirán que no exista emanación de malos olores ni se altere el medio visual.
3)	Se determinarán las horas más apropiadas para la		X			Aplica, ya que el recorrido de los

	presentación periódica de las basuras, a fin de reducir a un mínimo los inconvenientes sanitarios derivados de la recolección de éstas en la vía pública.					camiones se establecerá en los horarios más apropiados.
4)	Los residuos industriales putrescibles, cuya recolección por el Servicio Municipal correspondiente no sea sanitariamente objetable, deberán ser retirados desde el interior de los locales en que se producen.				X	No aplica, porque la propuesta no contempla el manejo de residuos industriales putrescibles.
5)	En caso que sea indispensable recolectar estos residuos en la vía pública se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar cualquier factor de insalubridad o molestia para el vecindario o para el público en general.				X	No aplica, ya que en ningún caso estos residuos serán recolectados desde la vía pública.
6)	Es indispensable fijar los períodos máximos para el retiro de estos residuos, determinando además las horas en que tal operación será permitida.		X			Aplica, ya que se fijaran los periodos máximos para el retiro de residuos.
C.	Transporte de las basuras.		X			Aplica, ya que el traslado de los residuos está considerado en la propuesta.
D.	Disposición de las basuras.				X	La propuesta no considera la disposición de basuras.
E.	Explotación de las basuras, sea con fines agrícolas, comerciales o fabriles, sólo podrá efectuarse por las Municipalidades o concesionarios de éstas y en plantas industriales autorizadas.		X			Aplica, ya que los productos obtenidos de los tratamientos, serán para el municipio propiamente tal y también para su comercialización.
	Las plantas industriales de basuras deberán tener como anexos: crematorios, cámaras sépticas o botaderos donde se depositen los residuos de la explotación.				X	No se va a realizar una planta industrial de basura.

	El local deberá estar convenientemente aislado y disponer de pabellones separados; de recolección, desinfección y almacenamiento, los cuales tendrán pisos y zócalos impermeables.				X	No se va a realizar una planta industrial de basura.
	La recolección y el transporte de las materias explotadas sólo podrán hacerse en depósitos provistos de tapas.		X			Aplica, ya que la materia orgánica para compostar deberá ser transportada en contenedores cerrados.
	Ningún material que no se destine al horno, cámara séptica o botaderos, podrá ser retirado de la planta sin que haya sido previamente desinfectado.				X	No, ya que no existe material que pueda causar infecciones que no sea previamente tratado.
	Los materiales putrescibles contenidos en las basuras deben ser tratados dentro de las cuarenta y ocho horas, quedando prohibidas su extracción.		X			Aplica, ya que los materiales putrescibles serán tratados o manejados en los plazos estipulados por la municipalidad
	Las Municipalidades llevarán una estadística de análisis cuantitativo y cualitativo de las basuras y de los materiales explotados.		X			Aplica ya que le compete al municipio.
F.	Depósito de basuras.				X	No aplica ya que la propuesta no contempla depósito de basura.
G.	Disposición de basuras en masas de agua.				X	No aplica ya que la propuesta no contempla depósito de basura en masas de agua.
H.	Higienización de las basuras.				X	La propuesta no contempla este tipo de higienización de basura.
26 N° 3	PRACTICAR LA VISITA DE CUALQUIER EDIFICIO, FINCA O LUGAR, A FIN DE EXIGIR QUE LOS DUEÑOS U OCUPANTES LOS PONGAN Y CONSERVEN EN BUENAS CONDICIONES DE LIMPIEZA, PUDIENDO, SIN				X	Lo descrito en el artículo no se ajusta a la propuesta planteada.

	PERJUICIO DE LA MULTA CORRESPONDIENTE, CLAUSURAR TODO SITIO O LUGAR QUE, CON SU FALTA DE ASEO, PONGAN EN PELIGRO LA SALUD Y EL BIENESTAR DE LOS HABITANTES. DICHA CLAUSURA SE LLEVARA A EFECTO TODA VEZ QUE EL DUEÑO U OCUPANTE NO HUBIERE PROCEDIDO A LA LIMPIEZA, DESPUES DE TRANSCURRIDO EL PLAZO PRUDENCIAL QUE LA AUTORIDAD MUNICIPAL HUBIERE SEÑALADO.					
26 N° 4	REGLAMENTAR LAS MEDIDAS TENDIENTES A EVITAR LAS MOLESTIAS PÚBLICAS, COMO HUMO, RUIDOS, OLORES DESAGRADABLES, GASES TÓXICOS, POLVO ATMOSFÉRICO Y EMANACIONES QUE PUEDAN AFECTAR AL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN.		X			Aplica ya que se emplearán las medidas tecnológicas y procedimientos adecuados para el tratamiento de los residuos.
26 N° 5	REGLAMENTAR LA LIMPIEZA Y CONSERVACION DE LOS CANALES, ACEQUIAS, NORIAS, BEBEDEROS, CAÑERIAS DE DESAGUES E INSTALACIONES SANITARIAS SIMILARES.				X	La propuesta no contempla lo descrito en el numeral 5.
26 N° 6	PROVEER A LA INSPECCION Y REGLAMENTACION DE MATADEROS, MERCADOS, PANADERIAS, CARNICERIAS, LECHERIAS, FRUTERIAS, FUENTES DE SODA, ALMACENES, HOTELES, RESTORANES, POSADAS, CASAS DE PENSION, BARES, CANTINAS Y CUALQUIER OTRO ESTABLECIMIENTO DONDE SE PRODUZCAN, GUARDEN O EXPENDAN COMESTIBLES O BEBIDAS.				X	No presenta relación con la propuesta.
26 N° 7	PROVEER A LA REGLAMENTACION DE LOS BAÑOS PUBLICOS Y PARTICULARES, INSTITUTOS				X	No presenta relación con la propuesta.

	DE BELLEZA FISICA Y ESTABLECIMIENTOS SEMEJANTES.					
26 N° 8	REGLAMENTAR, DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS Y LAS NECESIDADES HIGIENICAS DE LA LOCALIDAD, LAS CONDICIONES EN QUE SE PROCEDERA AL SANEAMIENTO PREVIO DE LOS TERRENOS EN QUE SE HARAN CONSTRUCCIONES, SIN PERJUICIO DE LO DISPUESTO EN LAS LEYES ESPECIALES QUE RIJAN LA MATERIA.				X *	
26 N° 9	REGLAMENTAR LA CALIDAD, NATURALEZA Y DEMAS REQUISITOS HIGIENICOS QUE DEBERAN CUMPLIR LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES DE EDIFICIOS O LOCALES. EN LOS PUERTOS Y CIUDADES QUE INDIQUE EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA SERA OBLIGATORIA LA CONSTRUCCION DEL TIPO "A PRUEBA DE RATAS" DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO.				X*	
26 N° 10	REGLAMENTAR LAS CONDICIONES MINIMAS DE HIGIENE QUE DEBE CUMPLIR UNA CASA O LOCAL QUE SE OFRECE EN ARRIENDO.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 11	REGLAMENTAR LAS CONDICIONES DE LIMPIEZA, HIGIENIZACION Y CONSERVACION EXTERIOR DE LAS HABITACIONES, FFÁBRICAS EDIFICIOS PUBLICOS, CUARTELES, CONVENTOS, PRISIONES, TEATROS Y OTROS LOCALES PUBLICOS O PARTICULARES.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 12	FIJAR EL NUMERO MAXIMO DE PERSONAS QUE PUEDEN OCUPAR UNA HABITACION, EDIFICIOS O PARTE DE ELLOS.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 13	ESTABLECER LAS CONDICIONES SANITARIAS Y				X	No aplica ya que no tiene relación con la

	EL NUMERO MAXIMO DE ANIMALES QUE PUEDEN SER TOLERADOS EN CUALQUIER SECTOR DEL TERRITORIO MUNICIPAL.					propuesta.
26 N° 14	UBICAR EN BARRIOS ESPECIALES A CUALQUIER INDUSTRIA O ESTABLECIMIENTO QUE SEAN PELIGROSOS O MOLESTOS PARA LA POBLACION.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 15	ESTABLECER PLAZAS, PARQUES O LOCALES PUBLICOS DE JUEGO O RECREO PARA ADULTOS O NIÑOS, ASI COMO BAÑOS PUBLICOS GRATUITOS Y SERVICIOS DE TOILETTE PARA EL USO DE LA POBLACION.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 16	RESERVAR EXTENSIONES DE TERRENO PARA LA FUTURA CREACION DE SITIOS PUBLICOS DE ORNATO Y RECREO.				X	No aplica ya que tiene relación con la propuesta.
26 N° 17	PROVEER A LA PROTECCION SANITARIA CONTRA LOS INSECTOS, ROEDORES, PERROS U OTROS ANIMALES CAPACES DE TRANSMITIR ENFERMEDADES AL HOMBRE. EN EPOCA DE AMENAZA DE EPIDEMIAS, EL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS CORRESPONDIENTES ESTARA A CARGO DE FUNCIONARIOS DE LA DIRECCION GENERAL DE SANIDAD.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.
26 N° 18	ESTABLECER LOS DESINFECTORIOS PUBLICOS EN LA FORMA DETERMINADA POR LOS REGLAMENTOS DEL SERVICIO NACIONAL DE SALUBRIDAD, PREVIA AUTORIZACION DEL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA, IMPARTIDA POR INTERMEDIO DEL MINISTERIO DEL INTERIOR.				X	No aplica ya que no tiene relación con la propuesta.

Tabla 84. Lista de Cumplimiento Legal.

Decreto 4740/47 Aprueba el Reglamento sobre Normas Sanitarias Mínimas Municipales, Ministerio del Interior.				
Artículo Normativo	Descripción del Artículo	Estado de Cumplimiento		Comentario
		Cumple	No Cumple	
Procedimiento				
26 N°2	RECOLECTAR Y SOMETER A UN TRATAMIENTO ADECUADO PARA SU HIGIENIZACION LAS BASURAS, RESIDUOS Y DESPERDICIOS DE LA VIA URBANA.		X	No cumple ya que no hay higienización para la FOC.
A.	Se entenderá por basuras los desperdicios sólidos, provenientes de la economía humana, cuyo alejamiento de las poblaciones no está regulado por leyes especiales (P) En cuanto a su origen, las basuras se clasificarán en: a) domésticas, b) viales, c) residuos industriales, y d) desperdicios hospitalarios. Basuras domésticas son las que resultan de la permanencia de personas en locales habilitados, tales como los residuos de la vida casera y los productos del aseo de los locales (P).		X	No cumple ya que no existe una clasificación específica para la FOC.
B.	Recolección de las basuras. La recolección de las basuras se efectuará en la forma siguiente:		X	No cumple ya que no hay recolección diferenciada para la FOCD.
1)	Se exigirá a los particulares entregar las basuras al Servicio de Recolección que se haya establecido, dentro de un plazo máximo que será determinado de modo que la		X	No existe recolección diferenciada, por lo tanto no se les puede exigir a los particulares cumplir con ello.

	acumulación de ellas en los locales no constituya un peligro para la salubridad.			
2)	Deberá fijarse el número, forma, capacidad y material de los depósitos destinados a contener las basuras, según su clasificación y tratamiento y los dispositivos para asegurar un cierre adecuado.		X	No existe un sistema de depósito destinado a contener las basuras según su clasificación y tratamiento.
3)	Se determinarán las horas más apropiadas para la presentación periódica de las basuras, a fin de reducir a un mínimo los inconvenientes sanitarios derivados de la recolección de éstas en la vía pública.		X	No existe un horario determinado para la recolección de esta fracción de los residuos.
6)	Es indispensable fijar los períodos máximos para el retiro de estos residuos, determinando además las horas en que tal operación será permitida.		X	No está establecido el periodo máximo de retiro para esta fracción de los residuos.
C.	Transporte de las basuras.		X	No existe transporte de residuos.
D.	Disposición de las basuras.		X	No existe disposición para esta fracción de los residuos.
E.	Explotación de las basuras, sea con fines agrícolas, comerciales o fabriles, sólo podrá efectuarse por las Municipalidades o concesionarios de éstas y en plantas industriales autorizadas.		X	Actualmente no existe procedimiento que regule esta materia
3)	La recolección y el transporte de las materias explotadas sólo podrán hacerse en depósitos provistos de tapas.		X	Para esta fracción de estos residuos no existen depósitos provistos de tapas.

5)	Los materiales putrescibles contenidos en las basuras deben ser tratados dentro de las cuarenta y ocho horas, quedando prohibidas su extracción.		X	
6)	Las Municipalidades llevarán una estadística de análisis cuantitativo y cualitativo de las basuras y de los materiales explotados.		X	El municipio no posee un análisis cuantitativo y cualitativo de esta fracción de los residuos.
26 N° 4	REGLAMENTAR LAS MEDIDAS TENDIENTES A EVITAR LAS MOLESTIAS PÚBLICAS, COMO HUMO, RUIDOS, OLORES DESAGRADABLES, GASES TÓXICOS, POLVO ATMOSFÉRICO Y EMANACIONES QUE PUEDAN AFECTAR AL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN.	X		El municipio debe tener medidas tendientes a evitar molestias públicas.
26 N° 8	REGLAMENTAR, DE ACUERDO CON LAS CARACTERISTICAS Y LAS NECESIDADES HIGIENICAS DE LA LOCALIDAD, LAS CONDICIONES EN QUE SE PROCEDERA AL SANEAMIENTO PREVIO DE LOS TERRENOS EN QUE SE HARAN CONSTRUCCIONES, SIN PERJUICIO DE LO DISPUESTO EN LAS LEYES ESPECIALES QUE RIJAN LA MATERIA.		X *	
26 N° 9	REGLAMENTAR LA CALIDAD, NATURALEZA Y DEMAS REQUISITOS HIGIENICOS QUE DEBERAN CUMPLIR LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS CONSTRUCCIONES Y REPARACIONES DE		X*	

	EDIFICIOS O LOCALES. EN LOS PUERTOS Y CIUDADES QUE INDIQUE EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA SERA OBLIGATORIA LA CONSTRUCCION DEL TIPO "A PRUEBA DE RATAS" DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO.			
--	---	--	--	--

10.4 Anexo IV.

Propuesta preliminar de Planta de Tratamiento

La municipalidad, cargo de la Dirección de Gestión Ambiental, con sus representantes de los Departamentos de Aseo y Ornato, Don Felipe Arriaga y de Gestión Ambiental, Sra. María José Albanez, en reunión con los autores del estudio, estipularon como meta el aprovechamiento de alrededor de un 40% de la FORSD, generadas por los habitantes de la comuna. Para efectos de este trabajo, y para poder cumplir con la meta encomendada, se generó una propuesta de plan de manejo para la FORSD, que dentro de su desarrollo contiene un supuesto básico y preliminar de la construcción y operación de una planta de tratamiento para la FOC. Esto se desarrolló, con la finalidad de dar un pequeño acercamiento al municipio a la realidad ante posible aprobación y puesto en marcha del plan de manejo. Además contribuye en cierta medida a la evaluación de la pre factibilidad económica del plan de manejo.

Dentro de toda la normativa pertinente para la aprobación de la instalación y funcionamiento dentro de una planta, es importante señalar algunos Permisos Ambientales, que son aquellos permisos o autorizaciones sectoriales que otorgan los órganos de la administración del Estado y que tienen un objeto de protección ambiental. Para efectos de esta propuesta se consideraron algunos.

Tabla 85. Permisos Sectoriales Ambientales.

Identificación del Permiso Ambiental del D.S N°40/13 RSIA	Organismo que lo otorga
Artículo 138: "El permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza, será el establecido en el artículo 71 letra b) primera parte, del Decreto con Fuerza de Ley N° 725, de 1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario"	Autoridad Sanitaria
Artículo 140: "El permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, será el establecido en los artículos 79 y 80 del Decreto con Fuerza de Ley N° 725, de 1967, del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario, y siempre que no corresponda la aplicación de otro permiso ambiental sectorial por la misma acción"	Autoridad Sanitaria
Artículo 142: "El permiso para los sitios de almacenamiento de residuos peligrosos, será el establecido en el artículo 29 del D.S. N° 148, de 2003, del Ministerio de Salud, Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos"	Autoridad Sanitaria
Artículo 148: "El permiso para corta de bosque nativo, cuya corta o explotación sea necesaria para la ejecución de cualquier proyecto o actividad de las señaladas en el artículo 3 del presente Reglamento, con excepción de los proyectos a que se refiere el literal m.1, será el establecido en el artículo 5° de la Ley N° 20.283 sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal".	CONAF
Artículo 160: "El permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento algún sector rural o habilitar un balneario o campamento turístico o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 Unidades de Fomento que cuenten con los requisitos para obtener un subsidio del Estado, así como para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones fuera de los límites urbanos, corresponderá a la autorización e informes favorables que se establecen respectivamente en los incisos 3° y 4° del artículo 55 del Decreto con Fuerza de Ley N° 458, de 1975, del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Ley General de Urbanismo y Construcciones".	Seremi de Agricultura

Propuesta Planta de Tratamiento FOC

Emplazamiento de la Planta

El municipio actualmente posee un terreno (Figura 47) ubicado en una zona rural, en el sector sur poniente de la comuna de Quilpué, altura peaje Autódromo, Lote C1, Fundo San Luis a 2,5 Km saliendo por el peaje lateral Poniente. Posee una superficie de 12 hectáreas.



* ETR: Estación de Tránsito

Figura 47. Localización de terreno propiedad municipio.

Fuente: Google. Earth Google, 2016

Para definir la capacidad de tratamiento de la planta, se consideró la meta encomendada por los encargados de la DIGA, lo que se traduce en una cantidad de residuo aprovechable de 8190[ton/año], el valor se obtuvo de la siguiente ecuación;

$$\text{Fracción Valorizada} \left[\frac{\text{ton}}{\text{año}} \right] = \text{RSD} \times \% \text{FORSD} \times \% \text{Aprovechamiento}$$

Zona de Compostaje

Para iniciar el diseño de esta zona, lo primero que se debe conocer son las dimensiones que tendrá la pila de compostaje. Para realizar este cálculo utilizar la ecuación, con el fin de conocer el volumen efectivo que ocupan estos residuos, utilizando la densidad mínima de la FOC de los RSD, la cual corresponde a 250[Kg/m³](ver tabla x) y a la cantidad de residuo aprovechable de 8190[ton/año], en Kilogramos corresponde a 8190000[Kg/año].

$$\rho x V = m$$

Dónde:

ρ = Densidad [kg/m³]

V= Volumen [m³]

m= masa [kg]

Tabla 86. Densidad de fases intermedias del Proceso de Compostaje.

Fase del Proceso	% de Volumen	Densidad $\left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$
FORDS inicial	100	250
Fase Final de Descomposición	40	475,7
Fase Final de Maduración	35	494,5
Fase Final de Afino	30	513,3

El valor máximo ocupado por la FOC de los RSD es el siguiente:

$$V = \frac{8190000 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{año}} \right]}{250 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]}$$

$$V = 32760 \left[\frac{m^3}{\text{año}} \right]$$

Las dimensiones de una pila estándar, se obtuvieron del análisis de los valores recomendados por los autores mencionados en la Tabla 87, esta tendera a una forma triangular (Figura 48) y sus dimensiones son de 2 [m] de ancho y de 1,5 [m] de alto, y en la ecuación siguiente se determina el largo de la pila de compostaje, capaz de contener el volumen de la FOC. Como el tiempo estimado de producción del compost es de 3 meses en el año se realizaran 4 procesos de compostaje. Por lo tanto el volumen para cada proceso de compostaje es de 8190[m³].

$$V = \left[\frac{b \times h}{2} \right] \times L$$

Dónde:

b= Base [m]

h= Altura [m]

L= Largo [m]

V= Volumen [m³]

Tabla 87. Dimensiones recomendadas pila de compostaje.

Autor	Dimensiones [m]		
	Ancho	Alto	Largo
Palmero (2010)	1,6	1,5	Variable
Roman <i>et al</i> (2013)	[1,5 -3,0]	[1,5-2,0]	Variable
Romero <i>et al</i> (2006)	[1,5-2,5]	1,8	Variable
CONAF (2009)	2,0	1,5	Variable

Conociendo el alto y ancho, se despejo la variable L de la Ecuación anterior y se reemplazaron los datos de volumen, altura y base de la pila.

$$L = \frac{2 \times 8190 \left[\frac{m^3}{m^2} \right]}{2 \times 1,5}$$

$$L = 5460[m].$$

Los resultados de las dimensiones finales para la pila de compostaje, se muestran en la tabla x.

Tabla 88. Dimensiones de la pila de Compostaje.

Largo [m]	Altura[m]	Base[m]	Distancia entre pilas [m]
5460	1,5	2	3

Los autores proponen un largo de pila de 140 [m] por lo tanto, para calcular el número de pilas requeridas dividimos el largo total obtenido de la ecuación anterior sobre el largo de pila propuesto por los autores, tal como se aprecia en la ecuación:

$$n = \frac{L_T}{L_U}$$

Dónde:

L_T: Largo total de apilamiento de FOCSRSD

L_U: Largo de 1 pila

n: Numero de pilas de compostaje

$$n = \frac{5460}{140}$$

$n = 39$ Pilas

Con el resultado de la ecuación anterior, se estima que la zona de compostaje contendrá un total de 39 Pilas. Para conocer la superficie requerida por las pilas se formula la ecuación

$$S_C = [140 \text{ m} + (4 \text{ m} \times 2)] \times [(3 \text{ m} \times 38) + [2 \text{ m} \times 39] + [4 \text{ m} \times 2]]$$

$$S_C = 29600 \approx 3 \text{ ha}$$

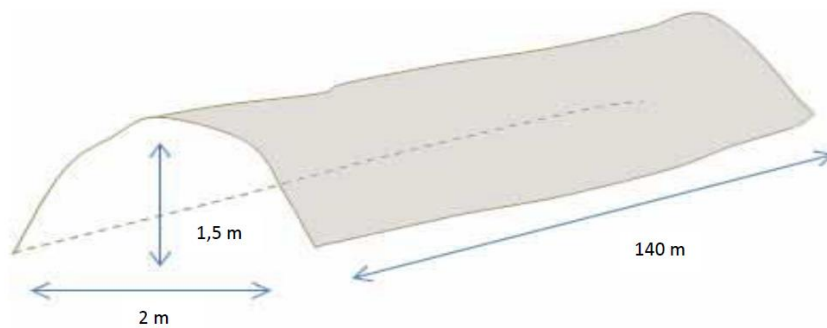


Figura 48. Dimensiones de una pila de compostaje.

Zona de Lombricultura

Se destinará una superficie de 1200 m² (40 m de ancho x 30 m de largo) para el proceso de vermicompostaje, en el cual se instalarán 30 bateas de 1,5 [m] de ancho, 6 [m] de largo y 0,2 [m] de alto (

Figura 49), estas estarán distantes 2 [m] una de otra en forma paralela y serán de hormigón recubiertas con plástico.

El proceso de Lombricultura considera una duración de 3 meses y tiene como etapa previa un composteo leve, ya que se debe esperar que termine la etapa de descomposición del proceso de compostaje, pues las lombrices son sensibles a la temperatura. Se comienza separando el 25% de la pila de compost, que vendrá con una densidad estimada correspondiente a la fase final de descomposición (Tabla 86) y que aumentara su densidad hasta $604 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$ (Delgado, 2004).

Con las dimensiones de las bateas se calculó el volumen de cada una de acuerdo a la ecuación;

$$V = L \times A \times H \text{ Ecuación 7}$$

Donde;

V: Volumen [m^3].

L: Largo [m].

A: Ancho [m].

H: Altura [m].

El volumen de cada pila resulto ser $1,8 [m^3]$, por lo tanto el volumen total de las 30 bateas fue de $54 [m^3]$. Luego, la densidad correspondió a la fase final de descomposición del proceso de compostaje con un valor de $457,7 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$, se obtuvo la masa en Kilogramos de materia prima en un periodo de tratamiento el cual resulto ser $25687,8 [Kg]$, lo que en tonelada equivale a $25,7 [t]$, esto se traduce en material tratado anual de $102,7 \left[\frac{t}{año} \right]$ lo que corresponden a 4 periodos.

En relación a la alimentación de las lombrices ocurre por un segmento del lecho, para así lograr una migración de las lombrices, que simule un flujo pistón, para así tener un proceso

continuo, ya que por un segmento ingresará alimento fresco y por el otro segmento saldrá un producto ya procesado.



Figura 49. Dimensiones de batea de vermicompostaje.

Zona de Acopio Materia Prima

Dentro de la planta de tratamiento de la FORDS se construirá una zona de acopio para la materia prima donde se recibirá la fracción orgánica de los residuos provenientes de los hogares, esta tendrá dimensiones de 30 [m] de ancho x 30 [m] de largo, estos se estimó debido a cantidad de recepción de materia prima aprovechable con una superficie de 900 [m²]. Esta zona deberá estar techada para mantener las condiciones ideales de la materia prima.

Zona de Bodega de Afino, Envasado y Almacenamiento de Producto Final

Esta zona estará dividida en tres sectores una bodega de afino, envasado y almacenamiento, esta zona tendrá un área de 900 [m²]. También deberá estar techada para mantener las condiciones ideales del producto final.

Instalaciones Varias

Esta área cuenta con una serie de instalaciones, dentro de ellas se encuentran oficinas administrativas, baños, duchas y camarines, bodega de insumos y mantención – maquinaria, estacionamientos vehículos menores, zona estanque de combustible, zona recepción y seguridad planta, caminos internos, espacios libres y perímetro, zona pozo y estanque de agua, las cuales se encontraran emplazadas en una superficie de 1 [ha].

Resumen Instalaciones

Dentro de la planta de tratamiento de la FORSD se construirán una serie de instalaciones las cuales se detalla su superficie en la Tabla 89.

Tabla 89.Resumen superficie planta tratamiento FORSD

Zonas Planta tratamiento FORSD		Superficie [m ²]
Zona de Compostaje		30.000
Zona de Lombricultura		1.200
Zona de acopio materia prima		900
Zona de Bodega de Afino, Envasado y Almacenamiento de Producto Final		900
Instalaciones Varias	Oficinas administrativas	40
	Baños, duchas y camarines	40
	Bodega de insumos y mantención	250
	Zona estanque de combustible	100
	Zona pozo y estanque de Agua	8
Otros		11.532
Superficie total Planta Tratamiento FORSD		44.970

Maquinarias y Operarios de la Planta

Tabla 90.Maquinarias utilizadas en la planta de compostaje-lombricultura.

Maquina	Imagen
<p>Maquina volteadora GAHL</p>	
<p>Mini cargador Forway WS-50</p>	
<p>Tractor Agrolux 95 DT</p>	

Tabla 91.Operarios planta de Compostaje-Lombricultura.

Función	N° de personal
Jefe de operaciones	1
Encargados zona de acopio	2
Encargados zona de compostaje	4
Encargados lombricultura	2
Operadores Maquinaria	2
Encargados proceso de afino, envasado y almacenamiento	2
Total	11

Resumen Procesos Planta de Compostaje- Lombricultura

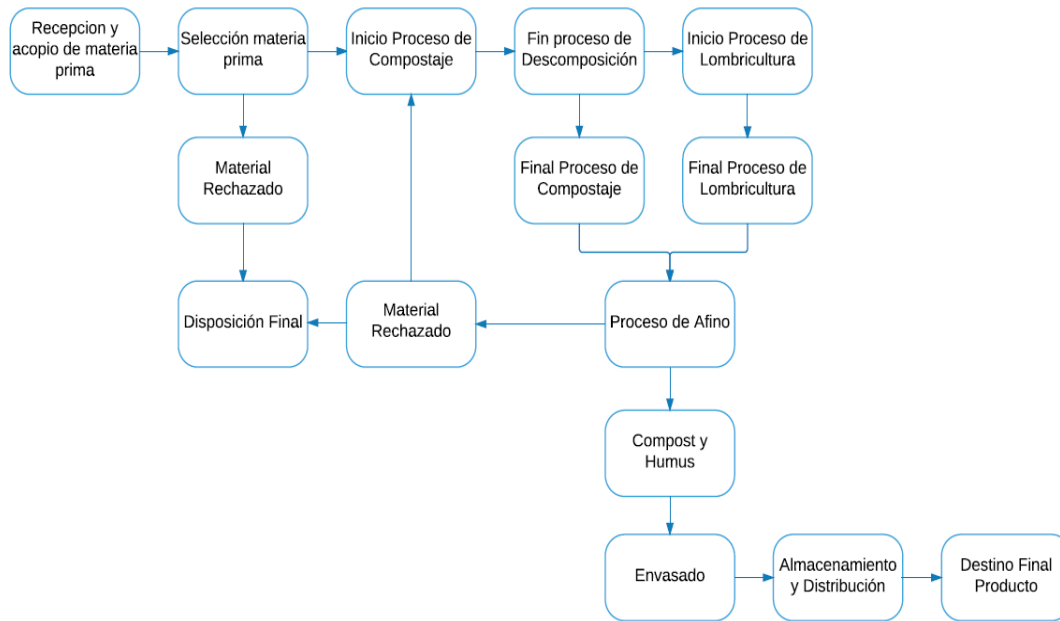


Figura 50. Diagrama resumen proceso de planta Compostaje-Lombricultura.

Producción Estimada de la Planta de Aprovechamiento FOC.

La planta propuesta para la comuna de Quilpué tiene como productos el compost, el humus y las lombrices, esta última en menor medida en comparación a los otros productos, la producción estimada para la estos productos será con la planta al 100% de su funcionamiento en la tabla 92. se mostraran las cantidades de materia prima que entran a la planta y las cantidades salientes de productos.

Tabla 92. Producción de Compost, Humus y lombrices.

Proceso	Materia prima [m ³ /año]	Materia prima [t/año]	Material procesado [m ³ /año]	Material procesado [t/año]
Compostaje	32760	8190	11455,6	5880,2
Lombricultura	410,8	102,7	246,5	148,9

Como se describió en capítulos anteriores las cantidades de materia prima al pasar por los distintos procesos del compostaje van perdiendo volumen y va aumentando la densidad, así también para la materia que se procesa en la lombricultura.

Se supondrá que la cantidad requerida de material procesado será del 100% de la cantidad producida lo cual se utilizara un total de 6029,1 $\left[\frac{t}{año} \right]$, distribuidas en diferentes usos dentro de la comuna, tales como en abono para las áreas verdes, para abono en áreas verde del zoológico, para , como en diferentes lugares de la región.

Eficiencia esperada en separación de la Fracción Orgánica Compostable de los RSD

Dentro de la fracción orgánica de los RSD (FORSD), existe la fracción orgánica compostable de los RSD, la cual según bibliografía no excede el 80% de la Fracción Orgánica.

En la misma tabla se observa que Quilpué genero al año 2015 un total de 54.391 [ton/año] de RSD.

$$\textit{Fracción orgánica compostable de los RSD} = 80\% \times \textit{FORSD}$$

$$\begin{aligned} \textit{\%Fracción orgánica compostable aprovechada de los RSD} \\ = (\textit{FOC aprovechada}) \times 100 / (80\% \times \textit{FORSD}) \end{aligned}$$

Fracción orgánica compostable de los RSD: 16.969,99 [ton/año].

% Fracción orgánica compostable aprovechada: 48,26%

El porcentaje de FOC aprovechada es el 48,26% de la FOC total, lo que indica que la planta en su capacidad máxima de funcionamiento no tendrá inconvenientes en el suministro de materia prima (FOC) en un tiempo determinado.

Cambio en la Naturaleza de los RSD

Según bibliografía se proyecta un cambio gradual de la naturaleza de los residuos (CONAMA, 2006), que puede ser producto de cambios conductuales de las personas, existiendo una tendencia marcada a un aumento de la fracción inorgánica por sobre la orgánica, principalmente por embalajes y por residuos tecnológicos. Es de esperar un intervalo entre un 65% y 50% para la fracción orgánica de los RSD (Szantó, 2014). Para realizar la proyección se sugiere una variación de la materia orgánica, que estará entre un 65% y se irá acercando a un 55% al año 2024, este valor es arbitrario y se supone, pues se espera un acercamiento paulatino al promedio nacional, que es 48% (Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, 2012). Expuesto esto, y dejando claro que son valores arbitrarios, será necesario realizar un análisis, que para este estudio no fue contemplado.

10.5 Anexo V.

Estimación de generación de RSD Comuna de Quilpué.

Estimación de habitantes por año.

Se realizó una estimación de la cantidad de habitantes por año, para eso se obtuvieron las proyecciones de habitantes de los años 2001 a 2014 y que se puede apreciar en la Tabla 93 y con los cuales se realizó una regresión lineal (Figura 51).

Tabla 93. Habitantes por años comuna de Quilpué.
Fuente. Sistema Nacional de Información de Municipalidades.

Años	Habitantes
2001	124936
2002	128578
2003	138383
2004	141107
2005	143839
2006	146707
2007	149581
2008	152449
2009	155318
2010	158193
2011	160973
2012	163759
2013	165248
2014	165046

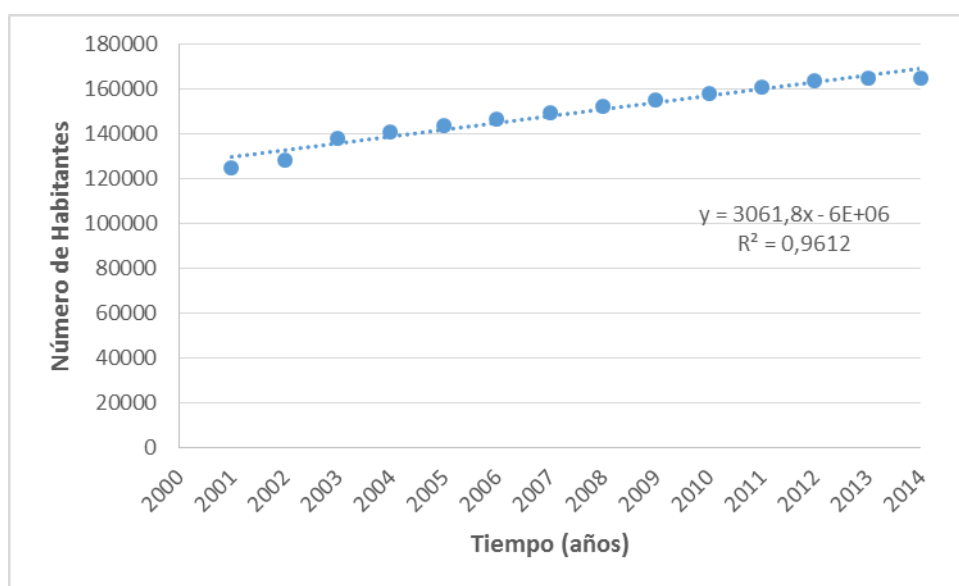


Figura 51. Regresión Lineal del Número Habitantes por año.

Para así formular la ecuación siguiente para poder estimar el número de habitantes de la comuna de Quilpué para los próximos años. Esto se aprecia en la ecuación siguiente.

$$y = 3061,8x - 6.000.000$$

Con la ecuación x se logró determinar los habitantes de la comuna entre los años 2016 al 2027. Esto se detalló en la Tabla 94.

Tabla 94. Habitantes proyectados para el año 2015 a 2024.

Años	Habitantes
2015	169.527
2016	172.589
2017	175.651
2018	178.712
2019	181.774
2020	184.836
2021	187.898
2022	190.960
2023	194.021
2024	197.083
2025	200.145
2026	203.207
2027	206.269

Estimación de generación de RSD per cápita.

Para calcular la generación por habitante se utilizó la metodología propuesta por el Ministerio de Desarrollo Social, la cual define una producción según 3 estratos socioeconómicos y se pueden observar en la Tabla 95.

Tabla 95. Generación RSD por Estratos Socioeconómicos.

Fuente. Ministerio de Desarrollo Social, 2013.

Estratos socio económicos	Generación [Kg/habitantes*d]
Nivel Alto	1,38
Nivel Medio	1,05
Nivel Bajo	0,88

Los estratos socioeconómicos que se disponen por el Gobierno no son los más actuales por lo cual se sugiere utilizar los datos de la nueva encuesta suplementaria de ingresos (NESI) del INE. La cual se muestra en la Tabla 96.

Tabla 96. Tramos de sueldos totales y por género.
Fuente Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos (NESI), 2014.

TRAMOS DE SUELDOS			
MÍNIMOS NETOS	Ambos Sexos	Mujeres	Hombres
Total	7.526.420	3.292.016	4.234.404
\$ 0 - \$ 181.125	1.514.110	937.079	577.030
\$ 181.126 - \$ 362.250	2.882.062	1.273.773	1.608.289
\$ 362.251 - \$ 724.500	1.953.260	703.701	1.249.559
\$ 724.501 - \$ 1.086.750	590.431	206.692	383.738
\$ 1.086.751 - \$ 1.449.000	217.316	79.004	138.312
\$ 1.449.001 - \$ 1.811.250	133.240	38.507	94.733
\$ 1.811.251 y más	236.002	53.260	182.742

Establecido los sueldos por la NESI se reagruparon en estratos socioeconómicos, ya que no son aplicables para la metodología del Ministerio de Desarrollo Social, los cuales se muestran en la Tabla 97.

Tabla 97. Adaptación de Estrato socioeconómicos.

Estratos Socio Económicos	Nivel de Ingreso
Nivel Alto	1.811.251 y más
Nivel Medio	1.086.751 - 1.811.250
Nivel Bajo	0 – 1.086.750

Una vez adaptada la información para los nuevos estratos socioeconómicos se calculan los habitantes por estratos y sus porcentajes Tabla 98.

Tabla 98. Cantidad de habitantes y porcentajes por estratos socioeconómicos.

Estratos socio económicos	Cantidad de Habitantes	Porcentaje [%]
Nivel Alto	236.002	3,13
Nivel Medio	350.556	4,66
Nivel Bajo	6.939.863	92,21

Ahora se estimó la generación per cápita y se muestra en la Tabla 99.

Tabla 99. Generación per cápita de RSD.

Estratos socioeconómicos	Generación [Kg/habitante*d]	Porcentaje [%]	Aporte [Kg/d]	Generación promedio [Kg/habitantes/d]
Nivel Alto	1,38	3,13	0,043	0,903
Nivel Medio	1,05	4,66	0,049	
Nivel Bajo	0,88	92,21	0,811	

Proyección de la Generación de RSD para la comuna de Quilpué

Para la proyección de la generación de RSD se utilizaron los resultados anteriores de la estimación de habitantes por año y la estimación de la generación de RSD per cápita. La proyección se dará en masa y en volumen, donde la densidad de la basura en contenedores es de 250 kg/m³ (Ministerio de Desarrollo Social), para los años próximos. Se detallaron en la Tabla 100.

Tabla 100. Proyección de la generación de RSD para la comuna de Quilpué.

Años	Habitantes	Generación diaria RSD [kg/d]	Generación diaria RSD [t/d]	Generación anual RSD [t/año]	Generación diaria [m ³ /d]	Generación anual [m ³ /año]
2016	172.589	155847,9	155,8	56.867,0	623,4	227.537,9
2017	175.651	158612,8	158,6	57.889,0	634,5	231.574,7
2018	178.712	161.376,9	161,4	58.902,8	645,5	235.610,3
2019	181.774	164.141,9	164,1	59.911,8	656,7	239.695,5
2020	184.836	166.906,9	166,9	60.921,0	667,6	243.684,1
2021	187.898	169.671,9	169,7	61.930,2	678,7	247.720,9
2022	190.960	172.436,9	172,4	62.939,5	689,7	251.757,9
2023	194.021	175.201,0	175,2	63.948,4	700,8	255.793,5
2024	197.083	177.965,9	178,0	64.957,6	711,9	259.830,2
2025	200.145	180.730,9	180,7	65.955,5	722,9	263.867,1
2026	203.207	183.495,9	183,5	66.977,5	733,9	267.873,5
2027	206.269	186.260,9	186,3	67.999,5	745,0	271.940,9

Tabla 101. Estimación de costos de Recolección y disposición por Generación de RSD.

años	Generación anual [t/años]	Costo por Recolección [\$]	Costo por Disposición Final [\$]	Total [\$]
2011	46155	993.834.000	334.318.000	1.328.152.000
2012	51862	1.020.217.449	343.193.186	1.363.410.635
2013	52342	1.089.087.053	347.072.931	1.436.159.984
2014	53615	1.359.402.942	347.733.896	1.807.136.838
2015	54391	1.309.992.412	513.709.139	1.823.701.551

Promedio de generación anual: 51.673 [t]

Desviación estándar: $\pm 3.243,9$

Promedio costo por Recolección: \$ 1.142.506.771

Desviación estándar: $\pm 184.694.381,9$

Precio por Tonelada Recolectada: 22.110,3 [\$ /t]

Promedio costo por Disposición Final: \$ 377.205.430,4

Desviación estándar: $\pm 76.495.042$

Precio por Tonelada por Disposición: 7.299,8 [\$ /t]

Tabla 102. Costos de recolección y disposición final de los RSD.

Años	Generación [t/año]	Costo por recolección [\$]	Costo por Disposición Final [\$]	Costo total [\$]
2016	56.867,0	1.257.346.430	415.117.726,6	1.672.464.156,7
2017	57.889,0	1.279.943.157	422.578.122,2	1.702.521.278,9
2018	58.902,8	1.302.358.579	429.978.659,4	1.732.337.238,3
2019	59.911,8	1.324.667.872	437.344.157,6	1.762.012.029,2
2020	60.921,0	1.346.981.586	444.711.115,8	1.791.692.702,1
2021	61.930,2	1.369.295.301	452.078.074,0	1.821.373.375,0
2022	62.939,5	1.391.611.227	459.445.762,1	1.851.056.989,0
2023	63.948,4	1.413.918.309	466.810.530,3	1.880.728.838,8
2024	64.957,6	1.436.232.023	474.177.488,5	1.910.409.511,8
2025	65.955,5	1.458.295.892	481.461.958,9	1.939.757.850,6
2026	66.977,5	1.480.892.618	488.922.354,5	1.969.814.972,8
2027	67.999,5	1.503.489.345	496.382.750,1	1.999.872.095,0

Método 2

Regresión lineal de costos por recolección.

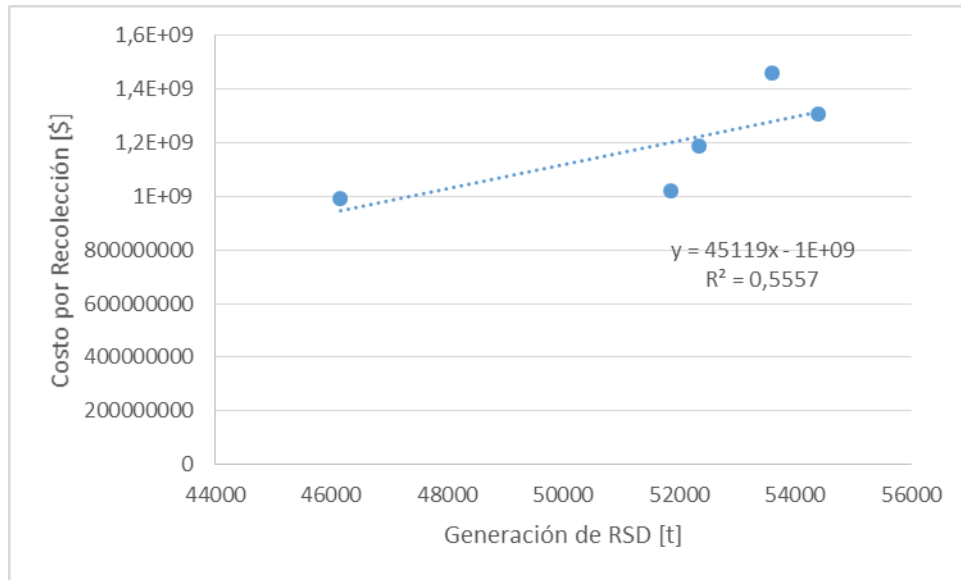


Figura 52. Regresión lineal de costos por recolección

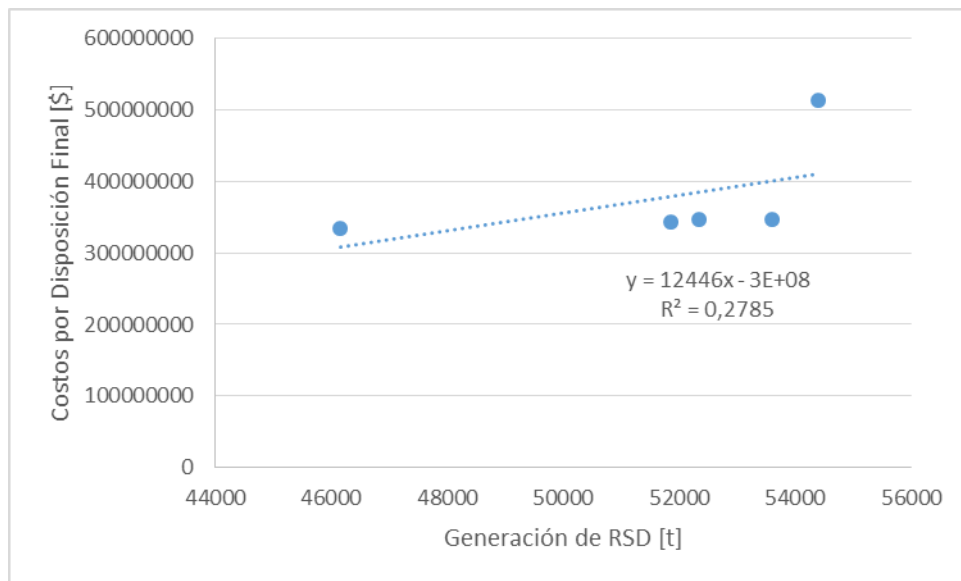



Figura 53. Regresión lineal de Costos por Transporte

Tabla 103. Costos por recolección y disposición final de RSD.

Años	Generación [t/año]	Costo por recolección [\$]	Costo por Disposición Final [\$]	Total [\$]
2016	56.867	1.565.782.173	407.766.682	1.973.548.855
2017	57.889	1.611.893.791	420.486.494	2.032.380.285
2018	58.903	1.657.635.433	433.104.249	2.090.739.682
2019	59.912	1.703.160.504	445.662.263	2.148.822.767
2020	60.921	1.748.694.599	458.222.766	2.206.917.365
2021	61.930	1.794.228.694	470.783.269	2.265.011.963
2022	62.940	1.839.767.301	483.345.017	2.323.112.318
2023	63.948	1.885.287.860	495.901.786	2.381.189.646
2024	64.958	1.930.821.954	508.462.290	2.439.284.244
2025	65.956	1.975.846.205	520.882.153	2.496.728.358
2026	66.978	2.021.957.823	533.601.965	2.555.559.788
2027	68.000	2.068.069.441	546.321.777	2.614.391.218

10.6 Anexo VI.


	Anexo-001: Contenido de Charlas
---	--

1 Inducción General al personal

La inducción general que se le debe dar a todo el personal, debe incluir los siguientes aspectos.

Separación en origen

Se debe señalar y hacer hincapié en lo que consiste la separación en origen de los residuos, mencionando la importancia de ésta y que el plan adopta la iniciativa de reciclaje a modo de

	Anexo-001: Contenido de Charlas
---	--

reducir la cantidad de recursos usados para la fabricación de nuevos productos.

La separación en generación consiste en separar los residuos aptos (FOC) y no aptos para el reciclaje, al momento de ser generados. Para esto se dispondrá de un contenedor de color café de 40 L, etiquetado con el correspondiente residuo que deben contener.

Se debe señalar que todos los residuos generados que sean dispuestos en los contenedores de color café serán reciclados y que de ahí surge la importancia de realizar y hacer una correcta separación de estos.


La inducción debe enfatizar la separación en generación como una herramienta fundamental en la manejo de los residuos. Todo el personal que se desempeñe en la implementación del plan de manejo, tenga o no alguna función sobre el movimiento de los residuos, debe practicarla.

2 Inducción a la EC (Empresas contratistas)

Esta inducción se realizará a cualquier empresa prestadora de servicios que realice algún tipo de actividad y deberá contemplar, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Explicar la separación en generación para que los residuos que puedan producir durante la realización de sus actividades, sean dispuestos correctamente.

- Debe considerar y enfatizar a las EC sobre las buenas prácticas al realizar las distintas actividades. Por ejemplo, se deben apegar a todo lo señalado en cada procedimiento y realizarlos siempre con los Elementos de Protección Personal correspondientes teniendo en cuenta el cuidado al medio ambiente, debido a esto, deben ser muy cuidadosos en el proceder para con los residuos.

	Anexo-001: Contenido de Charlas
---	--

Retiro de residuos

Se deberán explicar detalladamente los procedimientos de retiro de la FOC de los residuos.

3 Inducción al personal de planta

3.1 Clasificación de los residuos

Se debe capacitar sobre cómo se clasifican los residuos, para esto se mencionará que solo se deben permitir la FOC.

3.2 Transporte de residuos y del material tratado

Se deberá explicar detalladamente el procedimiento de Movimiento Interno de ResPel, Residuos Especiales y Residuos Asimilables a Domiciliarios.

3.3 Correcto envasado y almacenamiento del material tratado

Se deberá explicar detalladamente el procedimiento Revisión de Disposición Temporal de Residuos.

4 Charla de Evaluación


La charla de evaluación tiene como objetivo determinar si los conocimientos entregados en las inducciones fueron claros y concisos y motivar al personal sobre la importancia de su rol en el manejo de los residuos, para esto se realizará una charla con el fin de que todo el personal haga sus preguntas sobre cualquier aspecto que no haya quedado claro y expongan sus quejas o reparos en cuanto a todo lo explicado anteriormente.

La charla debe encargarse de que queden claros los siguientes aspectos:

- Separación en generación.
- Manejo de residuos

PROCEDIMIENTO BASE

A continuación se presenta el procedimiento base, el cual es un procedimiento de apoyo, cuya finalidad es ayudar en la creación o modificación de los demás procedimientos.

	Procedimiento Base	Código	PC-FOC 000
		Revisión	01
		Fecha	2016

1 OBJETIVOS

Los objetivos deben indicar la finalidad del procedimiento, siendo estos claros y concisos.


Nota: El Procedimiento Base PC-FOC 00 es un procedimiento de apoyo, el cual no se rige por los títulos aquí mencionados. Su finalidad es ayudar en la creación de los demás procedimientos.

2 ALCANCE

El alcance debe indicar todas las actividades, procesos, servicios, etc. a las personas y lugares que el procedimiento aplica o hace mención.

3 DEFINICIONES

Las definiciones deben indicar el significado (en el procedimiento) de todo lo escrito que resulte ambiguo o tenga algún otro significado contextual a la lectura normal. Debe incluir además la definición de siglas.

	Procedimiento Base	Código	PC-FOC 00
		Revisión	01
		Fecha	2016

4 RESPONSABILIDADES

Debe indicarse la responsabilidad de las actividades llevadas a cabo a través del procedimiento mencionado.

5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA


Se deben indicar los procedimientos, registros, manuales, hojas de seguridad y todo documento (digital o físico) a los que se hace referencia.

6 DESCRIPCIÓN

Debe nombrar las actividades y explicar el cómo realizarlas. Se Debe ordenar las actividades por orden cronológico. Deben indicarse los documentos a usar, a través del nombre y la codificación correspondiente.

7 ANEXOS

Deben indicarse los documentos derivados del procedimiento mencionado.

	Procedimiento Base	Código	PC-FOC 00
		Revisión	01
		Fecha	2016

8 APARTADO DE MODIFICACIONES


Fecha	Modificación	Observación

Para el apartado de modificaciones, debe indicarse la fecha de la aprobación de todas las revisiones, como un historial. El formato de las fechas es día/mes/año y deben ser escritos en números.

En caso de realizarse un cambio en el procedimiento, debe indicarse una observación del cambio para la correspondiente revisión.

9 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:


	Retiro de FOC de los residuos	Código	PC-FOC 001
		Revisión	01
		Fecha	2016

1 OBJETIVOS

Establecer las instrucciones a seguir para cubrir la actividad de retiro de la FOC de los residuos.

2 ALCANCE

Se aplica a todas las instancias de retiro de la FOC por parte de EC (Empresas contratista).

	Retiro de FOC de los residuos	Código	PC-FOC 001
		Revisión	01
		Fecha	2016

3 DEFINICIONES

Retiro de residuos: Es el momento en que se retiran los residuos desde los hogares. Esta actividad la realizan los trabajadores de la empresa contratista.

Recolector: Persona encargada del retiro de los residuos desde los hogares. Estos pueden ser recicladores o empleados.


Contenedores plásticos 40-60 L (color café): Contenedores para disposición primaria y retiro inmediato. Estos contenedores consisten en bidones de polietileno de alta densidad de 40-60L.

EPP: Elementos de protección personal. Equipo de seguridad utilizado para realizar determinadas actividades que representen un riesgo para las personas.

4 RESPONSABILIDADES

Los responsables de la correcta aplicación del presente procedimiento son:

Personal de Dirección de Gestión Ambiental: Debe entregar las instrucciones y conocimientos necesarios a todas las personas que tengan alguna función sobre el retiro de esta fracción.

	Retiro de FOC de los residuos	Código	PC-FOC 001
		Revisión	01
		Fecha	2016

Recolector: Retirar los residuos respetando este procedimiento y las actividades derivadas del mismo.

Usuarios: Entregar en buenas condiciones las bolsas que contienen los residuos.

5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA


- Propuesta de Plan de manejo para la FOC de los residuos sólidos domiciliarios.

6 DESCRIPCIÓN

El retiro de los residuos se realizará el día y hora que establezcan, en conjunto el Encargado de la DIGA y la EC, de preferencia en horarios que no perturben la tranquilidad de la población. Se dispondrán una flota de 2 camiones con batea sin compactador, los cuales realizaron 3 recorridos semanales.

El Encargado correspondiente de la DIGA deberá supervisar el retiro de los residuos como se hace actualmente (sistema GPS) en busca de situaciones irregulares y aspectos que se puedan mejorar.

El recolector pasara por los hogares de manera retiro puerta a puerta, verificando que la bolsa venga en buenas condiciones. Por su parte los usuarios deben disponer la basura en su sitio apto para el retiro sin complicaciones para el recolector.


	Retiro de FOC de los residuos	Código	PC-FOC 001
		Revisión	01
		Fecha	2016

7 APARTADO DE MODIFICACIONES

Fecha	Modificación	Observación

8 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

	Contingencia ante NO retiro de la FOC.	Código	PC-FOC 002
		Revisión	01
		Fecha	2016

1 OBJETIVOS

Establecer las acciones ante el NO retiro de la FOC de los residuos.

2 ALCANCE

Se aplica ante la no retirada de la FOC.

3 DEFINICIONES

Retiro de residuos: Es el momento en que se retiran los residuos desde los hogares. Esta actividad la realizan los trabajadores de la empresa contratista.

Recolector: Persona encargada del retiro de los residuos desde los hogares. Estos pueden ser recicladores o empleados.


Contenedores plásticos 40-60 L (color café): Contenedores para disposición primaria y retiro inmediato. Estos contenedores consisten en bidones de polietileno de alta densidad de 40-60L.

EPP: Elementos de protección personal. Equipo de seguridad utilizado para realizar determinadas actividades que representen un riesgo para las personas.

4 RESPONSABILIDADES

Los responsables de la correcta aplicación del presente procedimiento son:

Personal de Dirección de Gestión Ambiental: Debe entregar las instrucciones y conocimientos necesarios a todas las personas que tengan alguna función sobre el retiro de esta fracción.

	Contingencia ante NO retiro de la FOC.	Código	PC-FOC 002
		Revisión	01
		Fecha	2016

Recolector: Retirar los residuos respetando este procedimiento y las actividades derivadas del mismo.

Usuarios: Entregar en buenas condiciones las bolsas que contienen los residuos.


5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Propuesta de Plan de manejo para la FOC de los residuos sólidos domiciliarios.

6 DESCRIPCIÓN

El retiro de los residuos se realizará el día y hora que establezcan, en conjunto el Encargado de la DIGA y la EC, de preferencia en horarios que no perturben la tranquilidad de la población. Se dispondrán una flota de 2 camiones con batea sin compactador, los cuales realizaron 3 recorridos semanales.

En caso que no se realice el retiro por parte de la empresa contratista, será necesario que la DIGA asuma la responsabilidad y haga el retiro de ellos, mediante transporte municipal.


	Contingencia ante no retiro de FOC	Código	PC-FOC 002
		Revisión	01
		Fecha	2016

7 APARTADO DE MODIFICACIONES

Fecha	Modificación	Observación

8 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:


	Contingencia No Funcionamiento Planta de Valorización	Código	PC-FOC 003
		Revisión	01
		Fecha	2016

1 OBJETIVOS

Establecer las instrucciones a seguir para retirar y disponer la FOC cuando no se pueda llevar a la Planta de valorización.

2 ALCANCE

Se aplica a todas las instancias de retiro de la FOC por parte de EC (Empresas contratista).

	Contingencia No Funcionamiento Planta de Valorización	Código	PC-FOC 003
		Revisión	01
		Fecha	2016

3 DEFINICIONES

Retiro de residuos: Es el momento en que se retiran los residuos desde los hogares. Esta actividad la realizan los trabajadores de la empresa contratista.

Recolector: Persona encargada del retiro de los residuos desde los hogares. Estos pueden ser recicladores o empleados.

Contenedores plásticos 40-60 L (color café): Contenedores para disposición primaria y retiro inmediato. Estos contenedores consisten en bidones de polietileno de alta densidad de 40-60L.


Camiones recolectores: Vehículo en el cual se retiran y se transportan las bolas que contienen la FOC.

EPP: Elementos de protección personal. Equipo de seguridad utilizado para realizar determinadas actividades que representen un riesgo para las personas.

4 RESPONSABILIDADES

Los responsables de la correcta aplicación del presente procedimiento son:

Personal de Dirección de Gestión Ambiental: Debe entregar las instrucciones y conocimientos necesarios a todas las personas que tengan alguna función sobre el retiro de esta fracción.

	Contingencia No Funcionamiento Planta de Valorización	Código	PC-FOC 003
		Revisión	01
		Fecha	2016

Recolector: Retirar los residuos respetando este procedimiento y las actividades derivadas del mismo.

Camión Recolector: Transportar los residuos respetando este procedimiento y las actividades derivadas del mismo.

Usuarios: Entregar en buenas condiciones las bolsas que contienen los residuos.

5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Propuesta de Plan de manejo para la FOC de los residuos sólidos domiciliarios.
- Documentos propios de la municipalidad de Quilpué sobre el manejo de los residuos en general.

6 DESCRIPCIÓN


El retiro de los residuos se realizará en forma normal como se hace en el procedimiento PC-FOC 001.

El día y hora que establezcan, en conjunto el Encargado de la DIGA y la EC, de preferencia en horarios que no perturben la tranquilidad de la población. Se dispondrán una flota de 2 camiones con batea sin compactador, los cuales realizaron 3 recorridos semanales.

El Encargado correspondiente de la DIGA deberá supervisar el retiro de los residuos como se hace actualmente (sistema GPS) en busca de situaciones irregulares y aspectos que se puedan mejorar.

El recolector pasara por los hogares de manera retiro puerta a puerta, verificando que la bolsa venga en buenas condiciones. Por su parte los usuarios deben disponer la basura en su sitio apto para el retiro sin complicaciones para el recolector.

Ante un eventual mal funcionamiento o falla en la planta de valorización, el transporte de los residuos se realizará hacia el relleno sanitario El Molle, ubicada en el sector de Quebrada Verde, 12 km al suroeste del puerto de Valparaíso, igual como se realiza con el resto de los residuos, los camiones que son usados para el transporte de residuos no segregados deberán llevar además de estos residuos de la FOC con un retiro normal.

	Contingencia No Funcionamiento Planta de Valorización	Código	PC-FOC 003
		Revisión	01
		Fecha	2016


7 APARTADO DE MODIFICACIONES

Fecha	Modificación	Observación

8 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

INSTRUCTIVO BASE

	Instructivo Base	Código	IB 00
		Revisión	01
		Fecha	2016

Índice	Paginas
Objetivo	
Alcance	
Descripción	
Aprobación	


1 OBJETIVO

Los objetivos deben indicar la finalidad del instructivo, siendo estos claros y concisos.

Nota: El Instructivo Base IB 00 es un procedimiento de apoyo, el cual no se rige por los títulos aquí mencionados. Su finalidad es ayudar en la creación de los demás instructivos.

2 ALCANCE

El alcance debe indicar todas las actividades, procesos, servicios, etc. a las personas y lugares que el instructivo aplica o hace mención.

	Instructivo Base	Código	IB 00
		Revisión	01
		Fecha	2016

3 DESCRIPCIÓN

Debe nombrar las actividades y explicar el cómo realizarlas. Se Debe ordenar las actividades por orden cronológico. Deben indicarse los documentos a usar, a través del nombre y la codificación correspondiente.

4 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

	Instructivo Separación FOC en Hogares	Código	IS 01
		Revisión	01
		Fecha	2016


Índice	Paginas
Objetivo	
Alcance	
Descripción	
Aprobación	

1 OBJETIVO

Establecer la forma en que se debe separar la FOC de los otros residuos.

2 ALCANCE

El presente instructivo se aplicara a todos los hogares de la ciudad de Quilpué.

	Instructivo Separación FOC en Hogares	Código	IS 01
		Revisión	01
		Fecha	2016

3 DESCRIPCIÓN

A continuación se presentan las consideraciones a tomar por parte la población para realizar la correcta separación de los residuos.

Separación de la FOC:


- Dar a conocer la clasificación de los residuos, haciendo énfasis en los que formen parte de la FOC. En las siguientes tablas se ilustra los tipos de residuos a compostar para los procesos de compostaje y lombricultura.

Residuos a compostar:

Si se puede compostar	Sí, pero con Precauciones	No es recomendable compostar	No se puede compostar
Plantas y hongos del huerto y del jardín; Malezas anuales (antes de semillar)	Cáscaras duras de cítricos(poca cantidad)	Carne, Restos animales	Vidrio, metal, tetrabricks, plástico, pilas, etc.
Cáscaras de huevo, de frutas y verduras	Cáscaras duras, de piña, ramas, restos de podas	Huesos	Medicamentos
Guano de animales herbívoros	(trituradas)		Productos químicos (pinturas,


			esmaltes, etc.)
Virutas, aserrín			
Hojas, Pasto (en capas finas o previamente desecado)	Papel y cartón (triturados y sin tinta)	Guano de animales no Herbívoros	Cenizas de madera tratada
Paja de cereales	Restos de fibras naturales (algodón, lana) en capas finas		Restos de polvo y limpieza (aspiradora, escoba)
Borra del café y bolsas de té	Cenizas (espolvorear en bajas cantidades)	Fibras sintéticas (nylon, poliéster)	Aceite de motor
Servilletas	Restos de comida (poca cantidad)	Fibras sintéticas (nylon, poliéster)	Papel con tinta en color
Algas marinas			

- Una vez identificados los residuos aptos para compostar, dispóngalos en el contenedor específico para esta fracción, el cual debe tener con anterioridad una bolsa de basura asegurándose que esta no contenga perforaciones, de ser así, cámbiela.
- Asegúrese que el contenedor en donde depositara el residuo sea el correcto.
- Si encuentra algún residuo que no pertenezca a esta fracción intente sacarlos.
- Si se encuentra con el contenedor lleno, cierre la bolsa firmemente y no siga depositando ahí, luego saque la bolsa con precaución y deposítela en un lugar seguro a la espera de que sea retirada por el servicio de aseo.
- Cada cierto tiempo limpie el contenedor para evitar malos olores y vectores.

	Instructivo Separación FOC en Hogares	Código	IS 01
		Revisión	01
		Fecha	2016

4 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

	Instructivo Limpieza y Mantenición de Contenedores en Hogares	Código	ILM 02
		Revisión	01
		Fecha	2016


Índice	Paginas
Objetivo	
Alcance	
Descripción	
Aprobación	

1 OBJETIVO

Establecer las instrucciones a seguir para cubrir la actividad de limpieza y mantención de los contenedores en los hogares.

2 ALCANCE

Se aplica a todos los contenedores pertenecientes a la cantidad de usuarios que cubrirá el plan, para todo el personal encargado de la limpieza y mantención de estos

	Instructivo Limpieza y Mantenimiento de Contenedores en Hogares	Código	ILM 02
		Revisión	01
		Fecha	2016

3 DESCRIPCIÓN


A continuación se presentan las consideraciones a tomar por parte la población para realizar la correcta limpieza y mantenimiento de los contenedores.

3.1 Limpieza de Contenedores

Los usuarios que estén en contacto con los contenedores deberán proceder a la limpieza de ellos, utilizando guantes plásticos e insumos necesarios para limpiarlos.

3.2 Mantenimiento de los contenedores

Cada vez que se haga la limpieza de los contenedores los usuarios deberán buscar grietas o fisuras o cualquier tipo de desperfecto, de encontrarse se deberá realizar un cambio de contenedor e informar al encargado correspondiente en las dependencias del municipio.

	Instructivo Limpieza y Mantenimiento de Contenedores en Hogares	Código	ILM 02
		Revisión	01
		Fecha	2016

4 APROBACIÓN

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma:	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

10.7 Anexo VII.

Lineamientos de Educación Ambiental

Las jornadas de educación tanto como para el reciclaje se encuentran contempladas dentro del plan de manejo de RSD. La educación ambiental en general es clave para que proyectos y propuestas como este tipo obtengan éxito en su funcionamiento. (Figura 54)

El municipio debe realizar un conjunto de acciones para poder lograr una educación ambiental apropiada, algunas de estas acciones se nombraran a continuación:

- Campaña de Difusión: El municipio a cargo de la Dirección de Cultura y Comunicaciones, debe realizar difusión sobre el tema de tratamiento de residuos orgánicos a la población, a través de distintos medios de propaganda como: sitio web institucional [<http://www.quilpue.cl>] y Plataforma Facebook, entrega de panfletos, afiches y material informativo, que responda a las preguntas: qué separar, cómo separar, donde separar, frecuencia de recolección, qué no separar, además se entregara el instructivo de separación en origen para dar a conocer a la población lo que se pretende lograr y también se practicara la difusión radial para que la población esté informada.
- Realizar actividades de educación ambiental en temas de residuos orgánicos en establecimientos educacionales de la comuna, esto será a través de la guía de apoyo docente realizada por el gobierno de Chile en el año 2006, llamada “Incorporación Integral de la Gestión de los Residuos Sólidos en el Currículum Escolar”, cuyo propósito es familiarizar a los alumnos con las temáticas de residuos.
- Jornadas de educación ambiental: Ejecutar reuniones con las juntas de vecinos de la comuna para informar sobre las actividades a realizar por el municipio con respecto a

la FORS, a través de talleres participativos, salidas educativas, charlas impartidas por personal de la dirección de gestión ambiental. Además se efectuaran capacitaciones, a través de talleres sobre los procesos de compostaje y lombricultura para denotar las ventajas de estos tratamientos, esto se realizara a través de la participación en las “bio-ferias ambientales” y mercados sustentables impartidas anualmente por la dirección de gestión ambiental.

- Proponer la realización de ordenanzas municipales para facilitar la ejecución del plan de manejo de los residuos orgánicos. Estas ordenanzas pueden ser:
 - Ordenanzas que multen a la gente por no cumplimiento de la segregar en origen.
 - Ordenanzas que eliminen la utilización de bolsas plásticas.

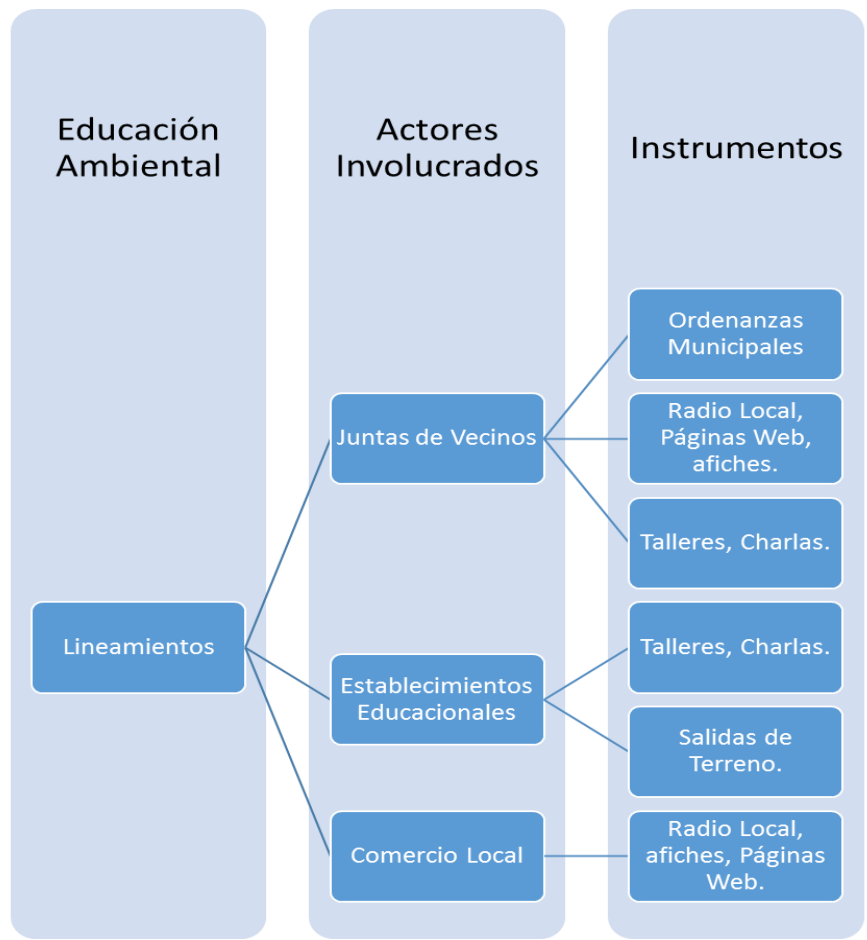


Figura 54 Lineamientos Campaña Educación Ambiental.