

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Estudio de Prefactibilidad Socioeconómica para la
instalación de una planta de tratamiento de Residuos
Orgánicos Municipales generados en la ciudad de Quillota**

por

**Cristóbal Inostroza Briones
Alfredo Matthies Fajardo**

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía María Angélica Gómez

Abril, 2018

Agradecimientos

Estoy totalmente agradecido de aquellas personas que me ayudaron a concretar los estudios de este trabajo de título y es necesario listarlas porque en conjunto lo hicieron posible.

A María Angélica Gómez, mi profesora guía, su apoyo y sus típicas palabras que desde un principio repetía constantemente “Lean”, “Investiguen” y “Piensen más allá”, fueron una clave para llegar a las respuestas de muchas de mis interrogantes.

A Pablo Espinoza, Encargado del Centro de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Valparaíso, quien fue de gran ayuda para establecer las redes de contacto que permitieron desarrollar gran parte de este estudio.

A Enzo Bollo (Dueño de Lombricultra Pachamama) y María Pax (Socia -Propietaria de la Cooperativa Madre Kulebra). Gracias a María Pax pude participar en una capacitación de Enzo Bollo pagada por la Cooperativa Madre Kulebra, esta fue una gran experiencia muy rica en aprendizaje sobre el compostaje y lombricultura.

A Ruth Torres (Agricultora y socia del sindicato de la feria sargento Aldea) y a Manuel Aranguiz (Director de la Feria Mayorista Serrano), quienes contaban con una gran voluntad para atendernos cada mañana que los visitábamos.

A la Unidad de Medio Ambiente de la Municipalidad de Quillota, Kimberling Cantillana y Alejandro Vives quienes con gran voluntad atendían nuestras interrogantes.

A Gerardo Cornejos Briones, mi primo y padrino, por su preocupación y apoyo en las fases finales de este estudio, que fue esencial para poder concretarlo.

A mi compañero de trabajo de título Alfredo Matthies, un gran amigo, con el cual fue grato compartir cada momento haciendo este estudio, momentos de risas, dudas, desmoralizaciones y motivaciones, entre otros, experiencias que sin duda atesoraré y sé que me sirven en mi formación profesional.

A la familia Matthies Fajardo, por recibirme en su cálido hogar en algunas etapas del estudio, con quienes siempre se hace grata la compañía.

A mi madre, con quien pude contar en cada momento, su apoyo moral y económico para poder completar mis estudios Universitarios y este trabajo de título, son un gran regalo, estaré eternamente agradecido por tu apoyo, te quiero madre.

A mi padre, a pesar de que no estés en esta vida, sé que conté con tu apoyo y te dedico este estudio como un logro.

A mis mascotas que son una gran fuente de motivación en mi vida.

Cristóbal Inostroza Briones.

Agradecimientos

Durante el largo proceso en que desarrollé este trabajo de título, muchas personas me brindaron su desinteresado apoyo. Este apoyo fue de suma importancia para mi formación como profesional, por lo que mediante esta instancia quiero dedicar un humilde agradecimiento a cada una de esas personas que formaron parte de este proceso.

Agradezco a mi querida madre, Verónica Fajardo Altamirano, por su incesante apoyo durante este largo proceso, y sus sabios consejos que me ayudaron a ser una mejor persona.

Agradezco a mi padre por el incondicional apoyo entregado desde Suecia. A pesar de no contar con su presencia, siempre ha demostrado cariño e interés por mi bienestar.

Quiero agradecer a...

... mi profesora guía María Angélica Gómez, quien nos guió e inculcó enseñanzas que permitieron enfrentar los desafíos que se presentaron en este trabajo de título

... Pablo Espinoza y María Carolina Henríquez, por ayudarnos a resolver diversas dudas relacionadas con el compostaje.

... la Unidad de Medio Ambiente de la ciudad de Quillota, por atendernos amablemente ante nuestras consultas y peticiones.

... la familia Inostroza Briones. Especialmente a María Inés Briones, que nos apoyó constantemente en los días de estadía en Santiago.

... mis tíos, Erika y Julio, por su excelente hospitalidad que demostraron durante las arduas búsquedas de información en Quillota.

... mis queridas abuelitas “Chepita” y “Eugenia” por el cariño que me entregaron en mi formación como profesional. Siento mucho no poder tenerlas a mi lado, pero sé que desde el cielo me apoyan incansablemente.

... mis mascotas, Pincela, Candy, Princesa (Chewbacca) y Pita María, quienes encantaron y alegraron mi día a día.

Y por último, pero no menos importante, a mi gran amigo y compañero de trabajo de título, Cristóbal Inostroza Briones, por ayudarme a superar todas las adversidades y problemas que se presentaron en este trabajo; superamos grandes obstáculos en este trabajo de título que, por distintos motivos, hacían más lejana la culminación de este trabajo, pero ante todo y con su gran optimismo logramos superarlos.

Alfredo Matthies Fajardo.

Índice de Contenido

| | |
|---|-----------|
| Glosario | 7 |
| Lista de Abreviaturas y Siglas | 10 |
| Lista de figuras | 11 |
| Lista de Tablas | 13 |
| Resumen ejecutivo | 16 |
| | |
| 1 Introducción | 18 |
| | |
| 2 Situación Actual | 19 |
| 2.1 Aseo y Ornato de la Comuna | 19 |
| 2.2 Protección del Medio Ambiente | 20 |
| | |
| 3 Problemática y propuesta | 22 |
| | |
| 4 Objetivos | 23 |
| 4.1 Objetivo General | 23 |
| 4.2 Objetivos Específicos | 23 |
| | |
| 5 Marco Teórico | 24 |
| 5.1 Gestión ambiental | 24 |
| 5.2 El Principio ZERI: Zero Emissions Research and Initiatives | 25 |
| 5.3 Compost: propiedades y beneficios | 27 |
| 5.4 Técnicas para el compostaje en sistemas abiertos y cerrados | 28 |
| 5.5 Especificaciones técnicas para el diseño de sistemas abiertos | 29 |
| 5.6 Etapas del ciclo productivo del Compostaje | 30 |
| 5.7 Factores influyentes en el Compostaje | 31 |
| 5.8 Evaluación social de proyectos | 36 |
| | |
| 6 Estado del arte | 38 |

| | |
|--|-----|
| 7 Metodología | 41 |
| 7.1 Estudio de Mercado | 41 |
| 7.2 Estudio Técnico | 44 |
| 7.3 Estudio Legal | 45 |
| 7.4 Estudio Financiero | 46 |
| 7.5 Evaluación Económica-Social | 46 |
| | |
| 8 Metodología Aplicada | 48 |
| 8.1 Estudio de Mercado | 48 |
| 8.2 Estudio Técnico | 60 |
| 8.3 Estudio Legal | 73 |
| 8.4 Estudio Financiero | 76 |
| 8.5 Evaluación socio-económica..... | 78 |
| | |
| 9 Conclusiones y recomendaciones | 93 |
| | |
| 10 Bibliografía y fuentes Web | 95 |
| | |
| 11 Anexos | 98 |
| A. Entrevistas | 98 |
| B. Cuantificación de residuos..... | 105 |
| C. Flujo semanal sin reducción y con reducción | 114 |
| D. Volteo de pilas..... | 117 |
| E. Trayectoria de Giro..... | 122 |
| F. Requerimiento anual de compost | 124 |
| G. Cálculo de Beneficios..... | 127 |
| H. Precios Sociales..... | 129 |
| I. Uso de vehículos y maquinarias | 130 |
| J. Recorrido para la recolección de residuos | 132 |
| K. Cálculo de presupuesto para instalación eléctrica | 136 |
| L. Cálculo de presupuesto para el consumo de gas..... | 136 |
| M. Cálculo de presupuesto para el consumo energético..... | 137 |

| | |
|---|-----|
| N. Cálculo de presupuesto para el consumo de agua..... | 138 |
| O. Cálculo de proyección para precio del combustible..... | 139 |
| P. Calculo del consumo anual de combustible..... | 149 |
| Q. Calculo de presupuesto para el consumo de combustible..... | 151 |
| R. Costos de mantención..... | 152 |
| S. Variaciones por escenario | 153 |
| T. Flujos de Escenarios | 155 |
| U. Anexo Planillas de Control y Reportes | 162 |
| V. Anexo cotizaciones..... | 166 |
| W. Anexo consulta a expertos | 182 |

Glosario

Ácidos Fúlvicos: Ácido de rápida acción, es utilizado para el enraizamiento de los cultivos.

Ácidos Húmicos: Ácido de efecto continuado y persistente en el suelo, que se utiliza para mejorar las propiedades del suelo y para aumentar su capacidad de intercambio catiónico.

Actinobacterianas: Bacteria que posee un rol importante en la descomposición de materia orgánica.

Aireación: Proceso de hacer que circule o penetre el aire en un lugar.

Alcalino: Disolución con ph mayor a 7.

Ceras: Compuesto orgánico derivado de los ácidos grasos con alcoholes de alto peso molecular.

Chipeadora: Máquina que procesa material de forma que transforma dicho material en trozos de un tamaño menor al tamaño original.

Coliforme: Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y alimentos.

Compost: Abono natural creado a partir de la acción de bacterias, hongos y gusanos sobre los residuos orgánicos.

Compostaje: Proceso de producción de compost.

Compuestos Carbonados: Compuesto de elementos que poseen carbono en su estructura molecular.

Degradación: Deterioro grave en el estado de una cosa por disminución o por pérdida de alguna de sus cualidades.

Desarrollo Sustentable: Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Ecosistema: Comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre si y se desarrollan en función de los factores de un mismo ambiente.

Eschericha Coli: Bacteria que habita en el intestino.

Esporas: Células que producen ciertos hongos, plantas (musgos, helechos) y bacterias. Ciertas bacterias producen esporas como defensa, utilizándolas como capa protectora.

Abono: Aquel elemento o sustancia que cambia y mejora la estructura del suelo a largo plazo. Muchas veces las tierras deben ser abonadas más de una vez.

Fertilizante: Elemento o sustancia que aporta nutrientes a las plantas

Harnero: Instrumento para harnear

Harnear: Pasar por el harnero alguna sustancia granulosa para limpiarla de impurezas o separar las partes menudas de las gruesas.

Hemicelulosas: Molécula con ramificaciones que es capaz de unirse a otras moléculas mediante enlaces que constituyen la pared rígida que protege a la célula vegetal.

Humus: Sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores (como hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica.

Layout: Es un croquis, esquema, o bosquejo de distribución de las piezas o elementos que se encuentran dentro de un diseño en particular.

Lixiviación: En ecología, es el desplazamiento hacia las napas subterráneas, ríos y mares de los desechos y excrementos, además de otros contaminantes como pueden ser los fertilizantes o abonos.

Lombricultura: Es una biotecnología orientada a la utilización de la lombriz como una herramienta de trabajo para reciclaje de todo tipo de materia orgánica.

Macronutriente: Son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo

Membrana Celular: Es una estructura laminar formada principalmente por lípidos y proteínas que recubre a las células y define sus límites.

Micronutriente: Son las sustancias que el organismo de los seres vivos necesita en pequeñas dosis.

Microorganismo Mesófilo: Es un organismo cuya temperatura de crecimiento óptima está entre los 15 y los 35 °C (un rango considerado moderado).

Outsourcing: Subcontratación, externalización de mercadotecnia o tercerización. Es el proceso económico empresarial en el que una sociedad transfiere los recursos y las responsabilidades referentes al cumplimiento de ciertas tareas a una sociedad externa.

Ph: Medida de acidez o alcalinidad de una disolución

Precio Social: Medida monetaria del cambio en el bienestar de la comunidad debido a un cambio muy pequeño en la disponibilidad de Bienes finales o Factores de Producción. En otras palabras, el Precio Sombra es el Valor de la contribución a los objetivos socio-económicos de un cambio marginal del Bien o factor.

Proceso Aeróbico: Proceso que se efectúa en presencia de oxígeno.

Proceso Anaeróbico: Proceso que se efectúa en un ambiente con oxígeno insuficiente o nulo.

Relleno Sanitario: Espacio donde se depositan los residuos sólidos de una ciudad después de haber recibido determinados tratamientos.

Residuo Inorgánico: Aquellos materiales y elementos que no se descomponen fácilmente y sufren ciclos de degradación muy largos.

Residuo Orgánico: Restos biodegradables de plantas y animales.

Residuo: Todo material que el ser humano no considera necesario y que cree que deben ser eliminados, muchas veces sin dar chances al reciclaje de hacer algo al respecto.

Salmonella: Bacteria vive en el intestino humano o animal y se transmite a otras personas por el contacto con heces contaminadas.

Sustrato: Superficie en la que una planta o un animal vive.

Tasa de Descuento: La tasa de descuento o tipo de descuento o coste de capital es una medida financiera que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro.

Termófilo: Es un tipo de organismo vivo que puede soportar condiciones extremas de temperatura relativamente altas, por encima de los 45°C.

Vertedero: Lugar destinado para el vertimiento de basuras o escombros.

Vivero: Terreno o recinto en el que se cultivan árboles pequeños, plantas y otras especies vegetales para que crezcan.

Lista de Abreviaturas y Siglas

C:N: Relación Carbono Nitrógeno

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

CTT: Centro de Transferencia Tecnológica

DIGA: Dirección de Gestión Ambiental

EPP: Equipo de Protección Personal.

FOSIS: Fondo de Solidaridad e Inversión Social

FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional

INE: Instituto Nacional de Estadística

MDS: Ministerio de Desarrollo Social

PRODESAL: Programa de Desarrollo Local

RSM: Residuo Solido Municipal

TIRS: Tasa Interna de Retorno Social

VANS: Valor Actual Neto Social

USCC: US Composting Council

ZERI: Zero Emissions Research and Initiatives

Lista de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 5.1 - Diagrama Agroindustria | 26 |
| Figura 5.2 - Diagrama aplicado en ZERI | 26 |
| Figura 5.3 - Tamaño óptimo de Pila de compostaje | 29 |
| Figura 6.1 - Planta de compostaje La Pintana, Región Metropolitana Chile | 39 |
| Figura 6.2 - Punto Limpio Los Andes | 39 |
| Figura 6.3 - Pilas de compostaje en Punto Limpio Los Andes..... | 40 |
| Figura 8.1 - Vista Superior Cementerio Parque de Boco..... | 48 |
| Figura 8.2 - Foso Cementerio Parque de Boco | 49 |
| Figura 8.3 - Vista superior Cementerio General de Mayaca..... | 51 |
| Figura 8.4 - Vista Superior Feria Sargento Aldea | 53 |
| Figura 8.5 - Gráfico de Generación de Residuos diarios Sargento Aldea..... | 54 |
| Figura 8.6 - Gráfico Generación de Residuos Mensual Feria Sargento Aldea | 55 |
| Figura 8.7 - Vista Superior Feria Mayorista Serrano | 55 |
| Figura 8.8 - Zona de disposición de residuos en Feria Mayorista Serrano | 56 |
| Figura 8.9 - Gráfico Generación de residuos diarios en Feria Mayorista Serrano | 57 |
| Figura 8.10 - Gráfico Generación de Residuos mensual en Feria Mayorista Serrano | 57 |
| Figura 8.11 - Residuos generados en ferias y cementerios | 58 |
| Figura 8.12 - Dimensionamiento de la planta de compostaje (dimensiones en metros) | 63 |
| Figura 8.13 - Zona de compostaje | 64 |
| Figura 8.14 - Dimensiones de bodegas, comedor, oficina y baños. | 65 |
| Figura 8.15 - Dimensiones de zonas de reducción, separación y harneado..... | 66 |
| Figura 8.16 - Layout de instalaciones y estructuras | 66 |
| Figura 8.17 - Proceso de Abastecimiento | 67 |
| Figura 8.18 - Proceso de preparación de residuos y formación de pilas | 69 |
| Figura 8.19 - Diagrama de Proceso de Compostaje | 71 |
| Figura 8.20 - Ubicación del Terreno..... | 79 |
| Figura 8.21 - Terreno a utilizar | 80 |
| Figura 11.1 - Local "Donde la Ruth" | 102 |
| Figura 11.2 - Crecimiento demográfico Ciudad de Quillota | 118 |
| Figura 11.3 - Parámetros de calidad en la frecuencia de volteos | 120 |
| Figura 11.4 - Mini cargador frontal JCB 190..... | 121 |
| Figura 11.5 - Radio de giro de camión en planta de compostaje..... | 123 |
| Figura 11.6 - Diagonal de mini cargador frontal JCB 190..... | 123 |
| Figura 11.7 - Chipeadora Bandit 280XP..... | 132 |
| Figura 11.8 - Camión Hyundai HD 78 | 133 |
| Figura 11.9 - Cantidad máxima de tambores en tolva de camión..... | 134 |
| Figura 11.10 - Gráfica comparativa del Crudo Brent y Diesel reajustado | 147 |
| Figura 11.11 - Gráfica de precios del combustible por escenario | 153 |
| Figura 11.12 - Gráfica de precios del compost por escenario | 154 |
| Figura 11.13 - Ahorro municipal por tonelada tratada según escenarios..... | 155 |
| Figura 11.14 - Planilla de Control de Abastecimiento de residuos..... | 162 |
| Figura 11.15 - Planilla de Control de pilas..... | 163 |
| Figura 11.16 - Planilla de Control de Chipeadora..... | 164 |
| Figura 11.17 - Planilla Control de Cargador Frontal | 165 |

| | |
|--|-----|
| Figura 11.18 - Cotización de báscula móvil..... | 166 |
| Figura 11.19 - Especificaciones de báscula | 167 |
| Figura 11.20 - Báscula cotizada..... | 167 |
| Figura 11.21 - Cotización de báscula..... | 168 |
| Figura 11.22 - Cotización de báscula fija | 169 |
| Figura 11.23 - Especificaciones técnicas de báscula fija..... | 169 |
| Figura 11.24 - Condiciones de servicio Weight Services..... | 170 |
| Figura 11.25 - Cotización de báscula fija generada por Weight Services | 170 |
| Figura 11.26 - Cotización de lonas..... | 171 |
| Figura 11.27 - Términos generales CIBSA..... | 172 |
| Figura 11.28 - Especificaciones de tambor | 173 |
| Figura 11.29 - Sistema de regadío aplicado a planta de compostaje | 185 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 5.1 - Beneficios de la aplicación de compost en las propiedades del suelo..... | 27 |
| Tabla 5.2 - Sistemas de Compostaje | 28 |
| Tabla 5.3 - Tipo de volteo | 30 |
| Tabla 5.4 - Parámetro: Oxígeno..... | 32 |
| Tabla 5.5 – Parámetro: Humedad | 32 |
| Tabla 5.6 - Parámetro: Temperatura | 33 |
| Tabla 5.7 - Parámetro: pH | 34 |
| Tabla 5.8 - Parámetro: Relación Carbono-Nitrógeno | 34 |
| Tabla 5.9 - Parámetro: Tamaño de partícula..... | 35 |
| Tabla 6.1 - Comparativa disposición de residuos según nivel de ingresos..... | 38 |
| Tabla 7.1 - Metodología para la cuantificación de residuos en Feria Mayorista Serrano | 42 |
| Tabla 7.2 - Metodología para la cuantificación de residuos en Feria Sargento Aldea..... | 42 |
| Tabla 7.3 - Dosificación de Compost según tipo de cultivo | 43 |
| Tabla 8.1 - Tipos de recipientes para residuos..... | 49 |
| Tabla 8.2 - Información de recipientes Cementerio Parque de Boco..... | 50 |
| Tabla 8.3 - Generación semanal de residuos en el cementerio Parque de Boco | 50 |
| Tabla 8.4 - Recipientes de disposición final | 52 |
| Tabla 8.5 - Recipientes de disposición transitoria | 52 |
| Tabla 8.6 - Información de recipientes Cementerio General Municipal de Mayaca | 52 |
| Tabla 8.7 - Generación semanal de residuos en Cementerio General Municipal de Mayaca | 53 |
| Tabla 8.8 - Frecuencia locales feria Sargento Aldea..... | 54 |
| Tabla 8.9 - Requisitos anuales de Compost para el PRODESAL..... | 59 |
| Tabla 8.10 - Precios de mercado por metro cúbico de compost..... | 60 |
| Tabla 8.11 - Resumen de flujos volumétricos generados de forma semanal..... | 60 |
| Tabla 8.12 - Residuos anuales recolectados e ingresados al sistema | 61 |
| Tabla 8.13 - Dimensiones de pilas obtenidas en base al flujo semanal..... | 62 |
| Tabla 8.14 – Descripción de actividades - Proceso de abastecimiento | 68 |
| Tabla 8.15 - Descripción de actividades - Preparación de residuos y formación de pilas..... | 70 |
| Tabla 8.16 – Descripción de actividades – Proceso de Compostaje | 72 |
| Tabla 8.17 - Gasto Devengado acumulado por región | 78 |
| Tabla 8.18 - Precios del terreno y cierre perimetral..... | 80 |
| Tabla 8.19 – Precio y vida útil de los Vehículos y Maquinarias | 81 |
| Tabla 8.20 - Costo de infraestructuras | 82 |
| Tabla 8.21 - Costos de instalaciones eléctricas y sanitarias..... | 82 |
| Tabla 8.22 - Inversión en sistema de riego | 82 |
| Tabla 8.23 - Precios de Equipos e Instrumentos tecnológicos | 83 |
| Tabla 8.24 - Requerimientos de Herramientas, EPP y otros elementos | 83 |
| Tabla 8.25 - Elementos para el manejo de residuos | 84 |
| Tabla 8.26 - Sueldos por tipo de empleado reajustados según el precio social | 84 |
| Tabla 8.27 - Consumo eléctrico | 85 |
| Tabla 8.28 - Consumo de Agua | 85 |
| Tabla 8.29 - Detalle consumo anual de combustible..... | 85 |
| Tabla 8.30 - Detalle costo social anual del combustible | 86 |
| Tabla 8.31 - Detalle de costos por mantenimiento | 86 |

| | |
|--|------------|
| Tabla 8.32 - Costos por reposición de EPP | 87 |
| Tabla 8.33 – Consideraciones para evaluación de escenarios..... | 91 |
| Tabla 8.35 - Resultados de escenarios..... | 92 |
| Tabla 11.1 - Cuantificación día miércoles 27 de Julio | 106 |
| Tabla 11.2 - Cuantificación día jueves 29 de Julio | 107 |
| Tabla 11.3 - Cuantificación día viernes 29 de Julio | 108 |
| Tabla 11.4 - Cuantificación día sábado 30 de Julio..... | 109 |
| Tabla 11.5 - Cuantificación día lunes 01 de Agosto | 110 |
| Tabla 11.6 - Cuantificación día martes 02 de Agosto..... | 111 |
| Tabla 11.7 - Variación de residuos para cada local..... | 112 |
| Tabla 11.8 - Generación de residuos diaria en Feria Mayorista Serrano..... | 113 |
| Tabla 11.9 - Flujo de residuos sin reducción (en metros cúbicos)..... | 115 |
| Tabla 11.10 - Flujo de residuos con reducción (en metros cúbicos)..... | 116 |
| <i>Tabla 11.11 - Proyección del INE habitantes de la ciudad de Quillota</i> | <i>117</i> |
| Tabla 11.12 - Proyección de la Población de Quillota | 118 |
| Tabla 11.13 - Residuos anuales generados (ton)..... | 119 |
| Tabla 11.14 - Proyección de residuos recolectados e ingresados al sistema | 119 |
| Tabla 11.15 - Número de tramos para cada pila | 121 |
| Tabla 11.16 - Cantidad de elevaciones a lo largo de la pila. Primer año del proyecto. | 122 |
| Tabla 11.17 - Cantidad de elevaciones a lo largo de la pila para cada año..... | 122 |
| Tabla 11.18 - Cálculo de peso del compost | 124 |
| Tabla 11.19 - Dosificación de compost | 124 |
| Tabla 11.20 - Listado de agricultores (1 al 100) | 125 |
| Tabla 11.21 - Listado de agricultores (101 al 200) | 126 |
| Tabla 11.22 - Ahorro por menor disposición anual..... | 127 |
| Tabla 11.23 - Donación Anual de compost a PRODESAL | 128 |
| Tabla 11.24 - Beneficio Anual por disminución de CO ₂ | 128 |
| Tabla 11.25 - Listado de Precios Sociales utilizados en este estudio..... | 129 |
| Tabla 11.26 - Tiempo requerido para el volteo de una pila en base al número de ciclos..... | 130 |
| Tabla 11.27 - Número de ciclos anuales para cada tipo de pila | 131 |
| Tabla 11.28 - Tiempo total de la operación del mini cargador frontal | 131 |
| Tabla 11.29 - Tiempo total de la operación del minicargador frontal a lo largo del periodo . | 131 |
| Tabla 11.30 - Especificaciones técnicas de Chipeadora Bandit 280XP..... | 132 |
| Tabla 11.31 - Especificaciones técnicas camión Hyundai 78 HD | 133 |
| Tabla 11.32 - Distancia recorrida | 133 |
| Tabla 11.33 - Dimensiones tambor cilíndrico | 133 |
| Tabla 11.34 - Número de viajes necesarios en función de residuos generados | 134 |
| Tabla 11.35 - Distancias en km para cada trayecto. Período 1 Proyecto | 135 |
| Tabla 11.36 – Distancias en kilómetro para cada trayecto. Período 10 del proyecto..... | 135 |
| Tabla 11.37 - Presupuesto para la instalación eléctrica | 136 |
| Tabla 11.38 - Especificaciones Calefont ATMD 5 LT Gas Licuado | 136 |
| Tabla 11.39 - Consumo de los artículos electrónicos | 138 |
| Tabla 11.40 - Tarifa de consumo de agua en Quillota..... | 138 |
| Tabla 11.41 - Valor del presupuesto según el consumo de agua anual | 138 |
| Tabla 11.42 - Proyección del presupuesto para el consumo de agua en regadío | 139 |
| Tabla 11.43 - Requerimiento de agua en regadío (años 1 y 2) | 140 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 11.44 - Requerimiento de agua en regadío (años 3 y 4) | 141 |
| Tabla 11.45 - Requerimiento de agua en regadío (años 5 y 6) | 142 |
| Tabla 11.46 - Requerimiento de agua en regadío (años 7 y 8) | 143 |
| Tabla 11.47 - Requerimiento de agua en regadío (años 9 y 10) | 144 |
| Tabla 11.48 - Histórico de precios del Crudo Brent | 145 |
| Tabla 11.49 - Histórico de precios del Diesel | 146 |
| Tabla 11.50 - Dólar observado | 146 |
| Tabla 11.51 - Histórico de precios del Diesel reajustado en Dólares por 42 Galones | 147 |
| Tabla 11.52 - Proyección del precio del crudo Brent | 148 |
| Tabla 11.53 - Variación porcentual del Precio del Crudo Brent | 148 |
| Tabla 11.54 - Proyección del precio del Diesel | 149 |
| Tabla 11.55 - Consumo de combustible anual. Periodo 1 | 150 |
| Tabla 11.56 - Consumos anuales de combustible | 150 |
| Tabla 11.57 - Costo social anual del combustible | 151 |
| Tabla 11.58 - Costos de mantención para el camión y el minicargador | 152 |
| Tabla 11.59 - Estimación de Mantenciones | 152 |
| Tabla 11.60 - Costos por mantención | 152 |
| Tabla 11.61 - Escenarios del precio del combustible | 153 |
| Tabla 11.62 - Escenarios del precio del Compost | 154 |
| Tabla 11.63 – Escenarios del ahorro municipal por tonelada tratada | 155 |
| Tabla 11.64 - Escenario 1: Escenario puro sin cambios en la licitación | 156 |
| Tabla 11.65 - Escenario 2: Escenario optimista sin cambios en la licitación | 157 |
| Tabla 11.66 - Escenario 3: Escenario pesimista sin cambios en la licitación | 158 |
| Tabla 11.67 - Escenario 4: Escenario puro con cambios en la licitación | 159 |
| Tabla 11.68 - Escenario 5: Escenario Optimista con cambio en la licitación | 160 |
| Tabla 11.69 - Escenario 6: Escenario pesimista con cambios en la licitación | 161 |
| Tabla 11.70 - Reporte de Captación de Residuos | 166 |
| Tabla 11.71 - Cotización de instrumentos | 174 |
| Tabla 11.72 - Cotización de herramientas en Homecenter Sodimac | 175 |
| Tabla 11.73 - Cotización de Campana Led | 177 |
| Tabla 11.74 - Costos de insumos para la instalación sanitaria | 177 |
| Tabla 11.75 - Elementos necesarios para el baño | 178 |
| Tabla 11.76 - Cobros de instalación sanitaria | 179 |
| Tabla 11.77 - Resumen de cotización de instalación sanitaria | 179 |
| Tabla 11.78 - Costo de Mantención de Camión y Mini Tractor Frontal | 180 |
| Tabla 11.79 - Cotización de films de polietileno para cubrir pilas | 180 |
| Tabla 11.80 - Cotización de computador portátil | 181 |
| Tabla 11.81 - Precios por metro cuadrado de obra construida | 183 |
| Tabla 11.82 - Cotización de precios para sistema de regadío | 185 |

Resumen ejecutivo

El presente estudio consiste en la reutilización de residuos generados en la ciudad de Quillota mediante la instalación de una planta de tratamiento de residuos orgánicos. La planta de tratamiento se diseña en base a la técnica de compostaje y se focaliza en tratar los residuos orgánicos provenientes de ferias y cementerios.

Se tiene como alcance el tratamiento de los residuos orgánicos de las ferias “Feria Sargento Aldea” y la “Feria Mayorista Serrano”, los cementerios “Cementerio Parque de Boco” y el “Cementerio General de Mayaca”.

Para evaluar el proyecto se utiliza la técnica de evaluación social de proyectos, la que considera los beneficios directos e indirectos en su implementación. Con la materialización del proyecto se obtienen distintos beneficios sociales, estos son:

- Donación de Compost hacia los agricultores del PRODESAL: Se estiman 1.311 m³ de compost para el primer año del proyecto, evaluados en \$31.672.414. Al proyectar los residuos generados a 10 años, se estiman 13.698.43 m³ de compost, los que llevados a valor actual resultan en \$242.305.865
- Ahorro Municipal por menor transporte y disposición de residuos en relleno sanitario: Este supuesto solo se hace presente bajo un cambio en la licitación actual con la empresa contratista encargada del transporte y tratamiento de residuos. Con un costo de \$25.000 por tonelada dispuesta en el relleno sanitario se obtiene un ahorro municipal de \$45.867.340 para el primer año. Proyectados los residuos generados a 10 años, se estima a lo largo del proyecto un ahorro municipal, llevados a valor actual, de \$349.012.004.
- Menor emisión de CO₂: Tras la implementación se estima un ahorro de emisiones de CO₂ de 259 Kg por tonelada tratada en la planta de compostaje, la recolección anual de residuos orgánicos se estima en 1.835 toneladas para el primer año. El precio social por tonelada de CO₂ ahorrada es de \$21.687, lo que implica un valor anual para el primer año de \$10.305.342 por el ahorro de CO₂ emitido. El ahorro de CO₂ emitido al finalizar el proyecto, llevado a valor actual, corresponde a \$78.415.082.

El horizonte del proyecto se establece de 10 años, esto debido a las recomendaciones del Ministerio de Desarrollo Social para las plantas de tratamiento de residuos. Se estima un costo social del proyecto de \$506.915.995 para los 10 años de funcionamiento de la planta de Compostaje.

De acuerdo a los requerimientos monetarios del proyecto y su impacto ambiental, la Unidad de Medio Ambiente (UMA) recomienda utilizar el Fondo Nacional de Desarrollo Regional como medio de financiamiento para el proyecto; este tiene cobertura para proyectos de grandes inversiones.

La evaluación del proyecto se efectúa bajo dos ejes principales. El primero es el escenario actual en donde la licitación con la empresa contratista encargada del transporte y disposición de residuos se mantiene con un costo fijo, por lo que no existe un beneficio por la menor disposición de residuos en el relleno sanitario. El segundo eje toma hipotéticamente un cambio en la licitación actual con la empresa contratista suponiendo un costo variable en el transporte y disposición de residuos. Ambos ejes se evalúan en base escenarios puros, optimistas y pesimistas.

Como resultado del proyecto se tiene que el proyecto solamente es rentable en todo escenario hipotético bajo un cambio en la licitación con la empresa contratista cuando se tiene un costo variable por el transporte y disposición de residuos. El proyecto no se vuelve deseable en el escenario actual en ningún escenario bajo las condiciones de una licitación con costos fijos para el transporte y disposición de residuos.

Palabras-claves: valorización, evaluación social, beneficios sociales, PRODESAL, Ahorro municipal, licitación, menor emisión, inversión, rentable.

1 Introducción

A través de la gestión ambiental se pueden lograr cambios culturales que guíen el comportamiento humano hacia las buenas prácticas ante el ecosistema en el cual vivimos. Las estrategias utilizadas por la gestión ambiental se desarrollan con el fin de lograr un desarrollo sustentable en la humanidad en donde no se perjudique el ecosistema. En sus métodos se busca guiar a la humanidad enseñando cómo utilizar los recursos humanos de la mejor forma posible manteniendo un equilibrio en los recursos de la naturaleza.

En la actualidad un tema preocupante para la Gestión Ambiental es la generación de residuos orgánicos. Cada vez aumenta la generación de residuos debido al aumento de la población. En América Latina se concentran los países del continente que más residuos generan percapita y en Chile se estima que es de $1,05 \frac{kg}{día}$ percapita, y se calcula la generación de residuos anuales de 16,9 millones de toneladas donde 6,5 millones de toneladas corresponden a Residuos Sólidos Municipales (RSM) [CONAMA10]. Cuando no se tiene un plan de Gestión Ambiental para los residuos generados, la totalidad de residuos se destina a los rellenos sanitarios o vertederos de la zona involucrada, lo que no implica solo un costo administrativo para las entidades, sino que también un costo ambiental.

Es difícil producir y no contaminar, pero existen herramientas aplicables a todo sistema de producción que ayudan a reducir la contaminación, así como la “Regla de las tres R” Reducir, Reutilizar y Reciclar, que es una regla que se enfoca en la gestión de residuos y puede ser combinada con diversas técnicas para su aplicación. La separación de residuos para un futuro reciclaje, el uso de lombricultura y compostaje, son técnicas que ayudan a mejorar nuestra relación con el medio ambiente y en conjunto pueden ser parte integral de un Plan de Gestión Ambiental.

Las Municipalidades administran una comuna o una agrupación de comunas, y tienen como finalidad satisfacer las necesidades de la comunidad en base a lo económico, social y cultural. Dentro de las funciones de la municipalidad se encuentra el manejo de residuos de la comuna. Por lo general es una tarea que las Municipalidades licitan a contratistas, quienes llevan los residuos municipales a vertederos o rellenos sanitarios.

En la Región de Valparaíso se generan 587.600 Toneladas de RSM anuales, de estas un total de 29.099 toneladas se generan en la Comuna de Quillota [CONAMA10]. Los RSM generados en Quillota tienen como disposición final el relleno sanitario de San Pedro. Sólo existe de momento una metodología de disposición de residuos en el relleno sanitario, lo que que dista de formar parte de un Plan de Gestión Ambiental.

El siguiente trabajo de título es un estudio de Abastecimiento y Procesamiento de los residuos orgánicos municipales de la ciudad de Quillota para el diseño de un sistema de manejo de residuos orgánicos.

2 Situación Actual

La Ciudad de Quillota es caracterizada por su riqueza agrónoma, lo que implica una alta actividad en ferias mediante el comercio de frutos y vegetales varios. Producto de esta actividad es posible observar volúmenes importantes de residuos en vías públicas y basureros, siendo estos en su mayoría dominante residuos vegetales que son destinados al relleno sanitario de San Pedro. Una realidad no distante a las ferias es compartida por los cementerios, que también acumulan cantidades importantes de residuos vegetales y tienen como disposición final el relleno sanitario.

La municipalidad debe mantener el aseo y ornato de la comuna¹, y proteger el medio ambiente². Para las actividades de aseo y ornato de la comuna, la municipalidad cuenta con la Unidad de Áreas Verdes y Paisajismo y un *outsourcing* hacia la empresa Santa Teresita. Las actividades de protección ambiental son de interés para la Unidad de Medio Ambiente de la municipalidad de Quillota, quienes activamente están en la búsqueda de nuevas ideas para materializarlas en proyectos municipales.

2.1 Aseo y Ornato de la Comuna

Actividades de la Unidad de Áreas Verdes y Paisajismo

Una responsabilidad de la Unidad de Áreas Verdes y Paisajismo de la Municipalidad de Quillota es llevar a cabo las actividades de podas de las especies vegetales en las áreas verdes, parques, plazas y vías públicas en general³.

Para identificar qué sector necesita ser intervenido mediante las podas es necesario realizar un análisis previo en base a la visualización de los sectores. Mediante este análisis se elabora un informe técnico o de emergencia, que da prioridad a la seguridad ciudadana. Otra manera identificar los sectores que necesitan de los servicios de poda, es mediante el levantamiento de requisitos provenientes de las personas residentes en la ciudad de Quillota. Teniendo en consideración los informes y los levantamientos de requisitos se realiza la planificación para realizar las podas de los sectores.

Los tipos de poda existente son la poda de formación y la poda de mantención, las cuales se planifican con un año de anticipación. Estas actividades de poda se realizan mediante licitaciones, la empresa contratista gestiona internamente las cuadrillas encargadas del trabajo, así se dividen las cuadrillas en:

- Grupo Masivo: Realizan las Podas en Zonas Obligatorias
- Grupo Poblacional: Realizan las Podas en las Poblaciones, se sectorizan según Población Zona 1 y 2.

¹ Según Ley N° 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, Artículo 3, Letra F.

² Según Ley N° 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades, Artículo 4, Letra B.

³ Según la Ordenanza Municipal de Áreas Verdes y Ornato de la I. Municipalidad de Quillota, Artículo 8

- Grupo Semanal: Realizan las labores semanales. son las órdenes de trabajo levantadas por la Coordinadora de Actividades de la Unidad de Áreas Verdes y Paisajismo.
- Grupo de Riego: Se encargan de las actividades de riego en el sector.

Los residuos obtenidos de las podas municipales son transportados en un Camión $\frac{3}{4}$ al Parque Aconcagua (La Concepción # 1600, Quillota), donde estos se reducen mediante el uso de la chipeadora, se mojan y se incorporan al vivero.

Actividades de la Empresa Santa Teresita

Existen dos licitaciones con la empresa Santa Teresita relacionadas con el manejo de residuos en la comuna de Quillota. El primer contrato establece que la empresa Santa Teresita será la encargada de proporcionar el servicio de recolección y transporte de residuos domiciliarios, limpieza y barrido de calzadas, aceras y alcantarillas. El segundo contrato establece que la empresa Santa Teresita será la encargada de proporcionar el servicio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios en la Comuna de Quillota. Ambos contratos establecen que las obligaciones de actividades tendrán una duración de 48 meses, tomando como fecha de comienzo el 2 de Febrero de 2017, por un valor de \$90.000.000 y \$26.000.000 mensuales respectivamente.

Con relación a la cantidad de residuos generados, la empresa Santa Teresita debe informar a la unidad de Medio Ambiente la cantidad de residuos depositados en el relleno sanitario ubicado en San Pedro. Hasta junio del presente año la modalidad de medición de los residuos generados se efectuaba mediante la visualización del volumen ocupado de las tolvas de los camiones, lo que podría generar imprecisiones en la medición. La metodología de medición fue cambiada al pesaje de camiones.

La actividad de pesaje de camiones incorporada genera un ambiente de oportunidad para la municipalidad de Quillota, en un futuro se podrán realizar análisis a las toneladas de residuos generadas para poder determinar si es más deseable conservar el tipo de contrato actual de suma alzada⁴ o cambiarlo por un contrato de precios unitarios⁵.

2.2 Protección del Medio Ambiente

En la actualidad la Municipalidad de Quillota no posee un proyecto implementado para el tratamiento de residuos orgánicos, sin embargo el manejo de residuos se encuentra dentro de las preocupaciones de la Alcaldía. El alcalde de Quillota, Luis Mella, asiste frecuentemente a reuniones del orden internacional dictadas por la OCDE, en esta organización se fijan estándares para las políticas públicas de los municipios, dentro de estas están las practicas económicas, sociales y ambientales. Dentro de los estándares ambientales se encuentra el manejo de residuos municipales.

⁴ Es un tipo de contrato que solo considera un costo fijo, la variación en la generación de residuos no afecta al pago acordado.

⁵ Es un tipo de contrato que contempla un pago fijo y uno variable, en este caso el variable es el volumen de residuos generado.

Dentro de los objetivos ambientales del plan regulador comunal del año 2017 de la municipalidad de Quillota no se presentan planes referentes al manejo de residuos [MQ17], los objetivos que se mencionan son:

- Optimizar la infraestructura del transporte público y privado respetando identidad cultural de la comuna.
- Potenciar el patrimonio natural mediante la regeneración borde del río Aconcagua.
- Resaltar los hitos urbanos de modo que formen parte del patrimonio cultural, siendo estos la estación de tren (Sector San Pedro), los cementerios, los canales, el hospital y el estadio.
- Regular el uso de suelos para evitar los conflictos ciudadanos.
- Favorecer la eficiencia energética mediante el uso de paneles solares en edificaciones y mediante el aprovechamiento de aguas lluvias en áreas verdes.

3 Problema y propuesta

Actualmente Quillota no tiene un plan de gestión ambiental aplicado para los RSM. Estos residuos se encuentran actualmente sin uso alguno, y son totalmente valorizables, pueden convertirse en energía, fertilizantes o abonos mediante el correcto uso de tecnologías o técnicas como son el uso de Biocompostadoras, Compostaje, lombricultura, entre otras.

La inexistencia de un plan de gestión ambiental suele deberse a la incertidumbre sobre costo y tiempo que conlleva implementarlo y también la pregunta ¿Funcionará?. Se puede dar respuesta a la interrogante aplicando de forma correcta la técnica para la valorización de los residuos, y esta asegurará tener un buen resultado. La real condicionante para el éxito de la aplicación de un sistema de gestión ambiental es la barrera cultural, cuyo elemento mas influyente para el éxito es el hábito en la separación de residuos.

El apoyo de los ciudadanos es fundamental para minimizar los costos de operación de una planta de tratamiento de residuos. En un plano ideal donde una planta de tratamiento de residuos orgánicos funcione correctamente, los ciudadanos separan los residuos desde el punto de origen (hogar), y depositan sus residuos en puntos limpios de la ciudad, los cuales luego son retirados, transportados y procesados por la empresa responsable; este escenario es difícil de recrear en la realidad, el hábito de separación de residuos tarda en infundir, como también tarda la cultura de ayudar sin obtener un beneficio a cambio.

Para la comuna de Quillota existen estudios para el tratamiento de la totalidad de residuos que contemplan la disposición de puntos limpios, educación de la población y la trata de residuos, pero por el alto costo de la implementación no se ha materializado. Son estudios evaluados desde un punto de vista privado, aquí solo se expresan los beneficios y costos directos del proyecto y como resultado los costos superan en creces los beneficios. Sin embargo, desde la perspectiva de la evaluación social de proyectos se pueden agregar otros tipos de beneficios que pueden hacer deseable la implementación del proyecto.

El presente estudio evade las barreras culturales y reduce los costos de implementación para poder materializar un plan de gestión ambiental. La evasión de las barreras culturales y reducción de costos se logra tratando únicamente los residuos que provengan de fuentes orgánicas y no domiciliarias, debido a la difícil separación de los residuos domiciliarios y el costo que esta conlleva.

Adicionalmente se tiene en consideración la donación del producto obtenido a través del compostaje, debido a que la entidad gestora de la planta es pública. Habiendo explicitado lo anterior la propuesta se describe como:

El estudio de este trabajo de título es la propuesta para la instalación de una planta de Compostaje en la Ciudad de Quillota para el tratamiento de residuos orgánicos vegetales provenientes de las Ferias y Cementerios de la localidad, cuyo producto resultante se destine a los agricultores pertenecientes al Programa de Desarrollo Local (PRODESAL).

4 Objetivos

4.1 Objetivo General

Determinar la pre-factibilidad socio-económica de situar una planta de Compostaje en la Ciudad de Quillota para el tratamiento de residuos orgánicos vegetales provenientes de las Ferias y Cementerios de la localidad, cuyo producto resultante se destine a los agricultores pertenecientes al Programa de Desarrollo Local (PRODESAL).

4.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el escenario actual mediante un levantamiento de información con relación al manejo de residuos de la zona y la influencia de las variaciones estacionales sobre estos.
2. Cuantificar el volumen de residuo generado en las fuentes de interés de la ciudad de Quillota a través de mediciones directas, reuniones y encuestas.
3. Evaluar el escenario actual del requerimiento de compost de los agricultores pertenecientes al PRODESAL.
4. Definir los requisitos técnicos necesarios para la puesta en marcha de una planta de compostaje según las condiciones dadas en la ciudad de Quillota.
5. Diseñar el Proceso de abastecimiento y procesamiento de residuos para operar la planta de compostaje.
6. Evaluar la Pre-factibilidad del proyecto mediante el criterio de costo-beneficio social.

5 Marco Teórico

5.1 Gestión ambiental

No existe una definición de Gestión Ambiental consolidada a nivel mundial debido a que esta tiene un amplio alcance y en ella se involucran muchas especialidades. Se puede observar que con frecuencia que los distintos autores definen a la Gestión Ambiental con las siguientes características [Barrow06]:

- Apoya el desarrollo sustentable
- Se utiliza como un término genérico
- Habla de un mundo afectado por los seres humanos

Se listan a continuación una serie de definiciones para Gestión Ambiental según distintos autores:

- *“Es un proceso de asignación de recursos naturales y artificiales para hacer uso óptimo del medio ambiente para satisfacer las necesidades humanas al mínimo, y si es posible, de manera sustentable” [Jolly78].*
- *“Es una descripción genérica de un proceso emprendido por profesionales a través de sistemas orientados por las ciencias naturales, ciencias sociales, o, menos comúnmente, ingenieril, leyes o diseño de fondo, que abordan temas del medio ambiente humanamente alterado en una base interdisciplinaria desde un enfoque cuantitativo y/o un punto de vista futurista” [Dorney89].*
- *“Conjunto de instrumentos, normas, procesos, controles, etc. que procuran la defensa, conservación y mejoramiento de la calidad ambiental, y el usufructo de los bienes y servicios ambientales, sin desmedro de su potencial como legado intergeneracional” [Castillo98].*

5.2 El Principio ZERI: Zero Emissions Research and Initiatives

El principio ZERI tiene sus inicios en el año 1994, y fue postulado por Gunter Pauli (Economista Belga). Este principio posee como finalidad el establecer un estándar de industrias no contaminantes a nivel mundial.

Este principio busca hacer que los residuos ya no sean considerados como parte del sistema industrial lineal o tradicional y que formen parte de un sistema integral en donde todo tenga un uso. Todo material que entra a la industria se usa en el producto final o se convierte en material de entrada para otra industria o proceso. Esto conlleva a un marco donde no existan industrias contaminantes en referencia al uso de desperdicios, que en estricto rigor con este principio el desperdicio existente ahora es visto como un insumo para la producción.

5.2.1 ZERI en la Agroindustria

El ZERI en la Agroindustria se visualiza de forma similar a un ciclo natural en un ecosistema en cambio en el proceso tradicional de la Agroindustria genera desperdicios en diversas etapas existentes en su proceso de llevar el producto hasta el consumidor final. [Espín03]

5.2.1.1 Proceso Tradicional

En el proceso tradicional de la agroindustria se observan generaciones de residuos en cada una de sus etapas:

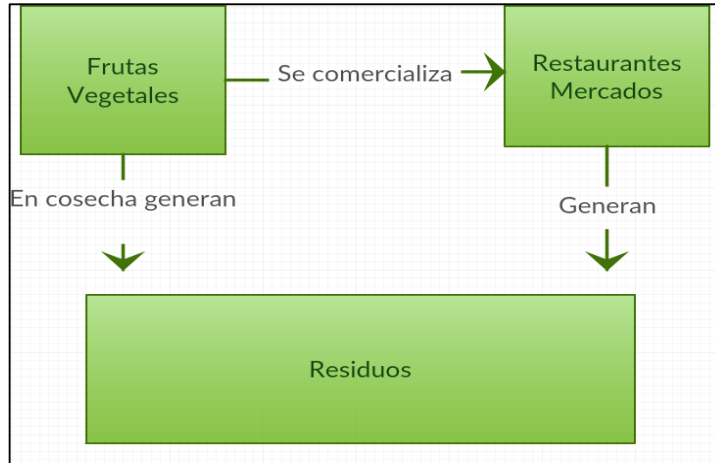
Etapas de Desarrollo: La primera etapa es la etapa de crecimiento de los vegetales. En esta etapa el agricultor utiliza sus fertilizantes o abonos y sus técnicas de riego para el pleno desarrollo de su plantación.

Etapas de Extracción: En la etapa de extracción de los productos siendo estos vegetales o frutos, producto de la actividad misma se dañan algunos productos, los cuales son desechados por su calificación de no comerciables.

Etapas de Disposición al Consumidor: En la disposición al consumidor es donde se observan más residuos. Es fácil observar en los mercados y restaurantes la cantidad de desperdicios provenientes de su actividad. En los restaurantes mucha comida proveniente de los restos que no son consumidos por el consumidor son desechados, además de aquellos insumos que cumplen su caducidad. En los mercados o ferias se observan residuos de vegetales y frutos que por su estado no pueden ser vendidos y se desechan.

Así dichas etapas pueden representarse mediante el siguiente diagrama:

Figura 5.1 - Diagrama Agroindustria

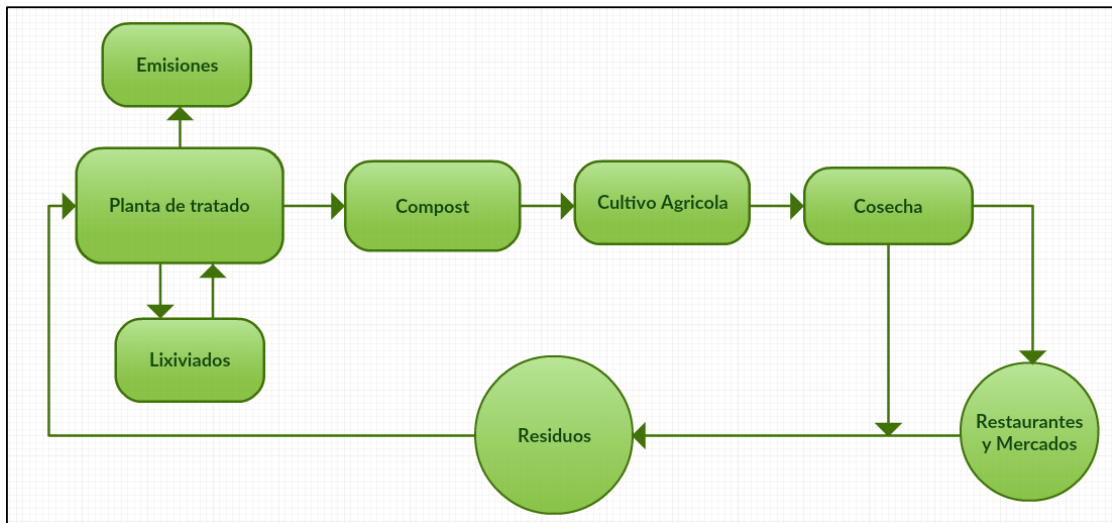


Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2 Proceso bajo el Concepto ZERI

Bajo el concepto ZERI el diagrama anterior tendría la siguiente modificación.

Figura 5.2 - Diagrama aplicado en ZERI



Fuente: Elaboración Propia

Así los residuos que se generan en cada una de las etapas serían reutilizados en diferentes procesos que otorgan un valor agregado a estos, siendo utilizados como fertilizantes o abonos, en producción de alimentos, en la producción de biogás, entre otros.

Con la aplicación de ZERI se pueden obtener los siguientes beneficios. [Espín03]

- Mayor competitividad
- Mejora en el camino a la eficiencia
- Mejora de productividad (uso completo de la materia prima)
- Trabajar bajo el concepto ZERI puede ser vista como un estándar de eficiencia (cero residuos)
- Puede ser comparado con Calidad Total (Cero defectos) y con Justo a Tiempo (Cero Inventarios)
- Facilita la Implementación y mantenimiento de Sistemas de Gestión.

5.3 Compost: propiedades y beneficios

El compost se define como “la materia orgánica que se ha estabilizado hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de hierbas adventicias, que no atrae insectos, que puede ser manejado, guardado, transportado y ensacado sin ocasionar molestias y que es beneficioso para el suelo y el crecimiento de las plantas” [Haug93]. Cabe mencionar que el aspecto de compost posee un color oscuro y tiene un olor similar a la tierra de hojas.

Los beneficios del compost son múltiples, mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos (Ver Tabla 5.1), y además colateralmente tiene un efecto sobre el marco ambiental, como dar un cierre al ciclo orgánico y beneficiar al medio ambiente evitando que residuos lleguen a vertederos y por consiguiente exista una disminución de emisiones provenientes de la descomposición en vertederos y rellenos sanitarios y la quema en incineradoras.

Tabla 5.1 - Beneficios de la aplicación de compost en las propiedades del suelo

| Propiedad | Beneficio |
|-----------|---|
| Química | Contiene una serie de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes en forma de complejos químicos que facilitan que sean asimilados por las plantas. Mejora la capacidad de intercambio catiónico, por lo que evita la lixiviación. Tiene pH neutro, por lo que actúa como regulador de Ph en los suelos. |
| Física | Aumenta la capacidad de retención hídrica, de forma que debe regarse con menos frecuencia y, a la vez, facilita el drenaje, consiguiendo suelos menos encharcados. Aumenta la porosidad, obteniendo suelos más esponjosos que permiten el flujo de aire y oxígeno. Aumenta la capacidad calorífica, reduciendo las oscilaciones térmicas. |
| Biológica | Regula y favorece la actividad de los microorganismos que son beneficiosos para las plantas. |

| | |
|--|---|
| | Favorece la germinación de las semillas. Mejora la nutrición mineral y proporciona sustancias con propiedades fisiológicas para las plantas. |
|--|---|

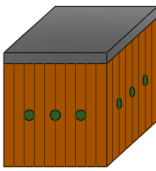
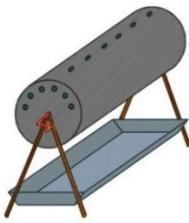
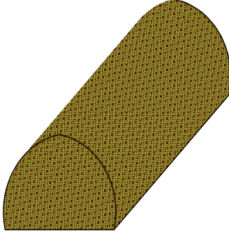
Fuente: (Generalitat de Catalunya, 2009)

5.4 Técnicas para el compostaje en sistemas abiertos y cerrados

La técnica para la obtención de compost es llamada compostaje. Esta consiste en procesar los residuos orgánicos en pilas o recipientes con el fin de transformarlos en un producto que sirve como abono natural para los suelos.

Se distinguen entre las técnicas de compostaje los Sistemas Abiertos y los Sistemas Cerrados. Los sistemas cerrados pueden ser verticales u horizontales (Ver Tabla 5.2). Los verticales son recipientes con entradas de aire en donde se incorpora el residuo y se deja reposar. Los horizontales se distinguen de los verticales por poseer una manivela para el volteo del recipiente. En los sistemas abiertos se pueden identificar las pilas de compostaje (Ver Tabla 5.2). [Roman13]

Tabla 5.2 - Sistemas de Compostaje

| Sistema Cerrado | | Sistema Abierto |
|---|---|--|
| Vertical | Horizontal | Pilas de Compostaje |
|  |  |  |

Fuente: Elaboración Propia a través de los datos obtenidos del manual de compostaje del agricultor

Los sistemas cerrados son comúnmente utilizados en hogares, y para bajos volúmenes de residuos, razón por la cual no se profundizará el estudio en los sistemas cerrados. Los sistemas abiertos poseen una instalación sencilla y son más extensivos que los sistemas cerrados.

Se decide utilizar el tipo de sistema abierto debido a que estos ofrecen un mayor manejo de volumen y menor utilización de superficie en comparación a los sistemas cerrados.

5.5 Especificaciones técnicas para el diseño de sistemas abiertos.

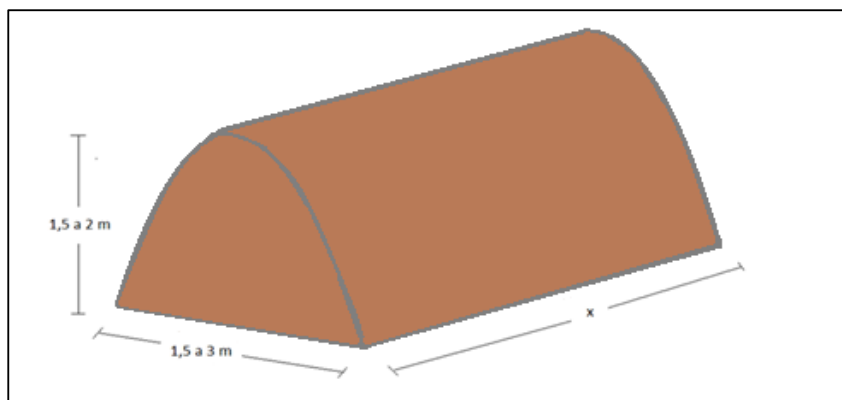
5.5.1 Dimensiones de pila

En el compostaje por pila las dimensiones que se definirán en el sistema influyen directamente sobre el contenido de humedad, de oxígeno y la temperatura. Pilas de bajo tamaño a pesar de que se toman las consideraciones necesarias de aireación, humedad, ph, tamaño de las partículas y propiedades del residuo orgánico, no son una alternativa deseable en el dimensionamiento debido a que estas pierden temperatura fácilmente.

Las dimensiones que se utilizan comúnmente son pilas de [Bollo03]:

- Altura: 1,5 a 2 metros
- Ancho: 1,5 a 3 metros
- Longitud: Depende del área disponible, el tipo de manejo y el residuo disponible.

Figura 5.3 - Tamaño óptimo de Pila de compostaje



Fuente: Elaboración Propia en base a la información de Bollo, 2003

5.5.2 Distribución de Pilas

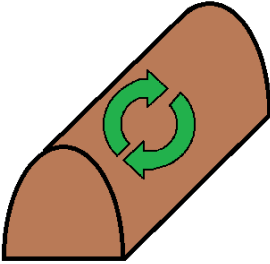
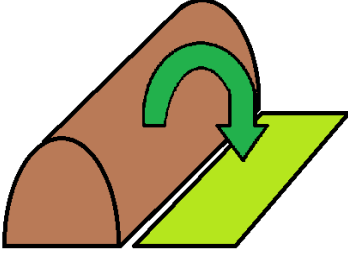
La distribución de las pilas tiene una gran influencia sobre la superficie a utilizar, no solamente por las dimensiones que estas posean, sino que también por la metodología de volteo.

En el diseño del área de compostaje se considera:

- Tipo de volteo: sea este manual, semi-mecanizado, mecanizado
- Zona de volteo: sea esta en el mismo lugar o volteando los residuos a un costado
- Dimensiones de los pasillos: las que están condicionadas por el uso de móviles.

El volteo de pilas sobre el mismo lugar no utiliza espacios adicionales como el volteo al costado, razón por la cual es conveniente su uso en el sistema a dimensionar. En la siguiente ilustración (Ver Tabla 5.3) se esquematizan los tipos de volteos y su uso de espacio.

Tabla 5.3 - Tipo de volteo

| Volteo en el mismo lugar | Volteo a un costado |
|---|--|
|  |  |

Fuente: Elaboración Propia

5.6 Etapas del ciclo productivo del Compostaje.

Cualquiera sea el tipo de sistema de compostaje para producir compost, el producto debe pasar por cuatro etapas para completar su ciclo de producción.

Etapa Mesófila

El material está recientemente dispuesto en la pila a temperatura ambiente, que al paso de unos días o incluso horas (dependiendo del material) alcanza los 45°C. La temperatura aumenta por la actividad de las poblaciones de microorganismos que habitan en el proceso y utilizan las fuentes de Carbono (C) y Nitrógeno (N) para generar calor. Se desarrolla la descomposición de compuestos solubles como el azúcar, generando ácidos orgánicos, que pueden disminuir el PH de los materiales. Esta es una etapa bastante corta que no dura, por lo general, más de 8 días. [Roman13]

Etapa Termófila

Esta etapa se produce cuando las temperaturas sobrepasan los 45°C. Los microorganismos que participaban en la etapa anterior son reemplazados por microorganismos Termófilos, los que sirven para descomponer materiales con fuentes de C de difícil degradación, como es el caso de la celulosa y la lignina. A los 60°C aparecen los microorganismos que producen esporas y actinobacterias, que se encargan de descomponer otros materiales de difícil degradación como las ceras y hemicelulosas. [Roman13]

A esta etapa también se le conoce como etapa de Higienización, ya que elimina ciertas bacterias de origen fecal como la *Salmonella* spp y *Escherichia coli*, y a partir de los 55°C elimina otros elementos que pueden estar en el material inicial, como las semillas de malezas. [Roman13]

Esta fase tiene una duración que puede alcanzar varios días e incluso meses, dependiendo de las condiciones del entorno y del tipo de material que se ha dispuesto. [Roman13]

Etapa Mesófila II

Corresponde a la etapa de enfriamiento, las temperaturas descienden a los 40-45°C. Este descenso se debe a que las fuentes de C y N del material se ven agotados, y cuando el material llega bajo los 40°C reaparecen los microorganismos mesófilos. Las actividades en esta etapa siguen siendo la degradación de los polímeros como la celulosa y el PH comienza a disminuir, manteniéndose alcalino durante todo el proceso. El enfriamiento requiere de varias semanas para pasar a la última etapa, fase de maduración. [Roman13]

Etapa de Maduración

En esta etapa el material alcanza la temperatura ambiente y requiere varios meses para la degradación de los compuestos carbonados, produciendo ácidos fúlvicos y húmicos. [Roman13]

5.7 Factores influyentes en el Compostaje.

En el compostaje los microorganismos interactúan bajo factores controlables. Dentro de estos factores se encuentra el oxígeno, la humedad, temperatura, pH, relación de Carbono Nitrógeno y el tamaño de partícula, los cuales deben estar bajo vigilancia en el proceso del compost para tener un proceso controlado con el fin de obtener el producto deseado. [Roman13]

5.7.1 Influencia del oxígeno

El compost es un proceso aeróbico por lo que necesita aireación en su sistema para su funcionamiento. Esta aireación debe estar controlada para que no se posean efectos negativos en el sistema provocados por la falta o exceso de humedad. La aireación del sistema se requiere en tasas mayores en la fase termofílica, fase en donde se encuentran los índices más altos de temperatura. Con una aireación adecuada se evita que el material se compacte o se encharque.

Tabla 5.4 - Parámetro: Oxígeno

| Rango óptimo: 5%-15% |
|---|
| Problemas |
| Oxígeno bajo el 5%: Hay baja aireación, por lo que no se evapora el agua correctamente, y genera exceso de humedad y un ambiente de anaerobis. |
| Oxígeno sobre el 15%: Hay un exceso de aireación, esto provoca un descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. |
| Consideraciones |
| Cuando el oxígeno se encuentre bajo el rango ideal es necesario voltear la mezcla para alcanzar el parámetro deseado. |
| Cuando el oxígeno se encuentre sobre el rango deseado se puede picar el material, regular la humedad añadiendo agua o agregar material fresco para alcanzar el rango deseado. |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida del Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.

5.7.2 Influencia de la humedad

El agua en el sistema es de gran importancia para los microorganismos, ya que estos la utilizan como medio de transporte de nutrientes y elementos energéticos a través de su membrana celular.

Tabla 5.5 – Parámetro: Humedad

| Rango óptimo: 45%- 60% |
|---|
| Problemas |
| Humedad bajo el 45%: El proceso de compostaje se puede detener por falta de agua para los microorganismos. |
| Humedad sobre el 60%: No hay oxígeno suficiente debido a la humedad del material, lo que provoca que existan áreas con anaerobiosis. |
| Consideraciones |
| Cuando la humedad se encuentre bajo el 45% se puede agregar agua o material húmedo para alcanzar la humedad deseada. |
| Cuando la humedad se encuentre sobre el 60% se puede voltear la pila o agregar material con bajo contenido de humedad para alcanzar la humedad deseada. |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida del Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.

5.7.3 Influencia de la temperatura

El compostaje en sus etapas tempranas del proceso se encuentra a temperatura ambiente, pero luego que comienzan a actuar los microorganismos, fácilmente puede alcanzar los 65°C sin la aplicación de alguna actividad externa. Se debe controlar la temperatura para que los microorganismos actúen de manera adecuada

Tabla 5.6 - Parámetro: Temperatura

| Rango óptimo: 35°C - 70°C |
|--|
| Problemas |
| <p>Temperatura bajo 35°C: Las bajas temperaturas pueden ser provocadas por distintos factores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humedad insuficiente. Esto provoca que los microorganismos disminuyan su actividad. • Material Insuficiente. Esto impide que la pila alcance una temperatura adecuada. • Déficit de nitrógeno o alta C:N. El material tiene una alta relación C:N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana. <p>Temperatura sobre 70°C:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilación y humedad insuficiente: La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesófilicos y facilitar la terminación del proceso. |
| Consideraciones |
| <p>Cuando la Temperatura se encuentre bajo los 35°C puede deberse a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja Humedad: Se corrige aumentando la humedad. • Falta de Material: Se corrige agregando alimento. • Déficit de Nitrógeno: Se corrige agregando alimento rico en nitrógeno. <p>Cuando la temperatura se encuentre sobre los 70° es necesario voltear la pila de compostaje y verificar su humedad manteniéndola a un 45% a 60%, o también se puede agregar material con alto contenido de carbono (madera o pasto) para ralentizar el proceso.</p> |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida del Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.

5.7.4 Influencia del pH

El pH depende de los residuos que se encuentren en el proceso de compostaje, cuyo pH es variante en el proceso (desde 4.5 a 8.5). En las fases tempranas del proceso el pH se acidifica producto de la conversión de amonio en amoniaco. En fases posteriores en donde existen altas temperaturas (fase termófila), el pH sube y se alcaliniza el medio, que luego se regula y se estabiliza en pH neutro.

Tabla 5.7 - Parámetro: pH

| |
|---|
| Rango óptimo: 4.5 – 8.5 |
| Problemas |
| Ph bajo 4.5: Hay exceso de ácidos orgánicos, los materiales vegetales como restos de cocina y fruta, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio. Ph sobre 8.5: Hay exceso de nitrógeno, el material se encuentra muy húmedo, lo que provoca que el oxígeno quede desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis. |
| Consideraciones |
| Con un Ph menor a 4,5 es necesaria la adición de material con alto contenido en nitrógeno para conseguir la relación C:N adecuada. Con un Ph mayor a 8,5 es necesaria la adición de material seco y con alto contenido en carbono. |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida del Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.

5.7.5 Influencia de la relación Carbono–Nitrógeno (C:N)

La relación C:N se encuentra en función del material que se utilice en el compostaje, esta relación se calcula dividiendo la cantidad de contenido de Carbono sobre el Nitrógeno de los residuos.

Tabla 5.8 - Parámetro: Relación Carbono-Nitrógeno

| |
|--|
| Rango óptimo: 15:1 < 35:1 |
| Problemas |
| Relación bajo 15:1: Hay exceso de Carbono, lo que provoca que el proceso tienda a enfriarse y disminuye su actividad. Relación sobre 35:1: Hay exceso de Nitrógeno, lo que provoca que el proceso tienda a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoniaco liberado. |
| Consideraciones |
| Con una relación menor a 15:1 es necesaria la adición de material con alto contenido en nitrógeno para conseguir la relación C:N adecuada. Con una relación mayor a 35:1 es necesaria la adición de material seco y con alto contenido en carbono. |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida del Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.

5.7.6 Influencia del tamaño de partícula

El tamaño de la partícula tiene estrecha relación con la acción de los microorganismos y la aireación del sistema. Partículas pequeñas facilitan el acceso al sustrato, pero estas a su vez impiden una aireación adecuada. Partículas de gran tamaño generan un exceso de aireación por lo que la temperatura en el sistema disminuye y ralentiza el sistema.

Tabla 5.9 - Parámetro: Tamaño de partícula

| Rango óptimo: 5 cm – 30 cm |
|---|
| Problemas |
| <p>Partículas bajo 5 cm: La pila se encuentra compactada. Partículas demasiado finas crean poros pequeños que se llenan de agua, facilitando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciendo anaerobiosis.</p> <p>Partículas sobre 30 cm: Hay exceso de aireación debido a los materiales de gran tamaño, crean canales de aireación que hacen bajar la temperatura y desaceleran el proceso.</p> |
| Consideraciones |
| <p>Con tamaños menores a 5 cm se debe voltear y/o añadir material de tamaño mayor y volteos para homogenizar.</p> <p>Con tamaños mayores a 30 cm se debe picar el material hasta conseguir un tamaño medio de 10 – 20 cm.</p> |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida del Manual de Compostaje del Agricultor, 2013.

5.8 Evaluación social de proyectos

La evaluación social de proyectos es una técnica que compara los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para el país, de manera de determinar sus verdaderas contribuciones para el incremento de la riqueza del país. La particularidad de este tipo de evaluación es que pretende medir el impacto que genera el proyecto sobre el nivel del bienestar socioeconómico del país [Fontaine08].

La evaluación social de proyectos difiere de la privada en el punto de vista que se realiza la evaluación; la evaluación social identifica, mide y valora los beneficios y costos desde el punto de vista de los agentes económicos que conforman la comunidad nacional, mientras que la evaluación privada identifica, mide y valora los beneficios y costos desde el punto de vista del inversionista privado [Contreras04].

Ernesto R. Fontaine enumera las siguientes diferencias entre ambas evaluaciones:

- Los precios privados de insumos y productos difieren de los llamados precios sociales
- Existen efectos indirectos
- Existen efectos intangibles
- La tasa privada de descuento es distinta de la tasa social

La diferencia entre los precios es debido a la existencia de distorsiones de mercado, tales como: impuestos, subsidios, mercados monopólicos, bienes públicos, entre otros [Cartes03]

Costos y beneficios directos

Los beneficios y costos socioeconómicos directos de los proyectos de inversión equivalen a los correspondientes valores privados corregidos; estos costos equivalen al verdadero valor que tiene para el país recibir las cantidades de bienes y servicios producidos por el proyecto y el verdadero costo que para el país significa utilizar las cantidades de los distintos insumos absorbidos por el proyecto. El verdadero valor económico de los bienes recibe el nombre de precios sombra o precios sociales [Fontaine08]

Costos y beneficios socioeconómicos indirectos

Los costos y beneficios indirectos se generan por el hecho de que el proyecto afecta también los mercados de bienes y servicios no considerados en la determinación de los precios económicos, ya sea porque el proyecto induce un aumento o una disminución en las cantidades consumidas y producidas de dichos bienes [Fontaine08]

Costos y beneficios intangibles

Los proyectos pueden generar beneficios y costos difíciles de medir, e incluso difíciles de identificar, tales como afectar el orgullo nacional, la seguridad nacional, la popularidad del equipo de gobierno o de una autoridad nacional o local, la contaminación del aire y de cursos

de agua, y otros elementos que influyen en la calidad de la vida y que, por lo tanto, están presentes en la función social de bienestar de los países [Fontaine08]

6 Estado del arte

6.1.1 Disposición de residuos a nivel mundial.

Los datos de disposición de residuos a nivel mundial son muy difíciles de recolectar, debido a que no todos los países llevan un registro de la disposición de los residuos. Hay un total de 87 países que lleva el registro de la disposición de residuos. Al segmentar cada uno de los países según su nivel de ingresos se concluye que los países de mayor nivel de ingresos tienen un mejor manejo sobre los residuos en comparación a los de menores ingresos. Se destaca un bajo uso de vertederos y mayor uso del reciclaje, compostaje y uso de rellenos sanitarios. La tabla 6.1 muestra una comparación entre el nivel de ingresos de los países y la disposición de residuos:

Tabla 6.1 - Comparativa disposición de residuos según nivel de ingresos

| Altos ingresos (Mill ton) | | Medio - Alto Ingresos (Mill ton) | |
|--|------|----------------------------------|------|
| Vertedero | 0,05 | Vertedero | 44 |
| Relleno Sanitario | 250 | Relleno Sanitario | 80 |
| Compostaje | 66 | Compostaje | 1,3 |
| Reciclado | 129 | Reciclado | 1,9 |
| Incineración | 122 | Incineración | 0,18 |
| Otros | 21 | Otros | 8,4 |
| Bajos Ingresos (Mill ton) | | Bajo – Medio Ingresos (Mill ton) | |
| Vertedero | 0,47 | Vertedero | 27* |
| Relleno Sanitario | 2,2 | Relleno Sanitario | 6,1 |
| Compostaje | 0,05 | Compostaje | 1,2 |
| Reciclado | 0,02 | Reciclado | 2,9 |
| Incineración | 0,05 | Incineración | 0,12 |
| Otros | 0,97 | Otros | 18 |
| *Este valor es relativamente alto por la inclusión de China | | | |

Fuente: Elaboración Propia con información obtenida de What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management, 2012.

6.1.2 Práctica a nivel nacional: Planta de Compostaje La Pintana

A nivel nacional se puede reconocer a la Planta de Compostaje la Pintana por su gran desarrollo. Un gran factor que aporta a este desarrollo es que esta comuna es la única comuna de Santiago que separa sus residuos desde el origen.

La Municipalidad de La Pintana tiene incorporada en su estructura municipal la Dirección de Gestión Ambiental (DIGA). Esta opera con la finalidad de Aseo y Ornato, pero desde un punto de vista ambiental que apunta a las soluciones ambientales globales desde un plano local.

La DIGA realiza programas para generar biodiesel, producción de humus y compost, y programas de concientización de la comunidad. Mediante estos programas es posible reducir

los niveles de residuos depositados en el vertedero. La Pintana ahorra \$16.000⁶ por cada tonelada de residuo vegetal que se trata con lombrices y compostaje. Diariamente se procesan 35 toneladas⁷ de residuos, lo que se traduce en un ahorro diario de \$560.000.

Figura 6.1 - Planta de compostaje La Pintana, Región Metropolitana Chile



Fuente: <https://www.ing.uc.cl/alumnos-visitan-planta-de-compostaje-en-la-pintana/>

6.1.3 Prácticas en la región: Punto Limpio Los Andes

El Punto Limpio Los Andes procesa parte de los residuos generados en la ciudad de Los Andes. Al año 2016 se logró procesar el 15% de estos residuos, los cuales fueron reciclados o incorporados a procesos de lombricultura y compostaje. Según el alcalde Mauricio Navarro, se espera que para el año 2020 se procese el 100% de los residuos.

Figura 6.2 - Punto Limpio Los Andes



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno Punto Limpio los Andes

⁶ Ahorro de la Municipalidad La Pintana por cada tonelada de residuo vegetal. Fuente: <http://www.mapuexpress.org/?p=8263>

⁷ Toneladas diarias de residuo vegetal procesado en la planta de compostaje La Pintana. Fuente: <http://www.lahora.cl/2017/03/la-pintana-reutiliza-35-toneladas-diarias-residuos/>

El funcionamiento del punto limpio data del año 2012 y se encuentra abierto a todo público que desea cooperar con el reciclaje y la reutilización de los residuos, en cuyo lugar se disponen recipientes específicos para cada tipo de residuo. La recolección de los residuos es realizada por una empresa externa, que cuenta con varios camiones de recolección. Una parte se dedica a recolectar los residuos inorgánicos almacenados en campanas ubicadas en zonas estratégicas de la ciudad; mientras que la otra parte recolecta residuos del tipo orgánico.

El residuo orgánico proviene de ferias libres, podas municipales y la población que participa separando sus residuos en sus hogares. Las podas municipales se reducen a través una chipeadora para, luego de reducidas, ser incorporadas a las pilas de compostaje. Este material se combina con residuo orgánico proveniente de ferias y hogares.

El proceso de compostaje realizado en esta planta tiene una duración de 3 meses, por el cual se obtiene un producto que es utilizado en las áreas verdes de la ciudad. Parte del compost producido se dona a la población que coopera con la separación de residuos en origen.

Figura 6.3 - Pilas de compostaje en Punto Limpio Los Andes



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno Punto Limpio los Andes

También parte del residuo orgánico es utilizado en lechos de lombricultura, pero a menor escala en comparación al proceso de compostaje.

7 Metodología

La información necesaria para desarrollar el estudio fue adquirida mediante entrevistas directas, reuniones, encuestas, bibliografías y páginas web.

7.1 Estudio de Mercado

El estudio de mercado se orientó en cuantificar los residuos orgánicos generados en las ferias “Feria Sargento Aldea” y “Feria Mayorista Serrano”, y los cementerios “Cementerio Parque Boco” y “Cementerio General Municipal Mayaca”, y también en cuantificar los requerimientos de compost de los agricultores pertenecientes al programa PRODESAL.

7.1.1 Escenario actual en fuentes de residuos

Feria Mayorista Serrano

Para contextualizar el escenario de la feria mayorista Serrano se programó reuniones con el señor Manuel Aránguiz Bórquez, director de la Feria Mayorista Serrano (Ver Anexo A.3), quien relató el funcionamiento de la feria mayorista y para un mayor detalle del funcionamiento se programó una reunión con Claudio Villanueva (Encargado de limpieza y Recolección de Residuos) quien entregó datos relacionados a la generación de residuos (Ver Anexo B.2).

Feria Sargento Aldea

Para contextualizar la situación actual de la Feria Sargento Aldea se acudió a realizar una entrevista a Ruth Ana Torres Hernández (Agricultora y comerciante participante del sindicato de la feria Sargento Aldea). (Ver Anexo A.2)

Cementerio Parque de Boco

Para contextualizar la situación del Cementerio Parque Boco se programó una reunión con Carolina Correa, (Administradora). Luego para mayores detalles se programó una reunión con el Encargado de Patio quien explica el proceso de recolección de residuos y su manejo.

Cementerio General Municipal de Mayaca

Para contextualizar la situación del Cementerio General Municipal de Mayaca se acudió a Eduardo Perez, auxiliar de aseo, quien relata el proceso de recolección de residuos en el establecimiento.

7.1.2 Cuantificación de residuos

Como no existe un levantamiento de información de residuos generados en las Ferias (Feria Sargento Aldea y Feria Mayorista Serrano) y los cementerios (cementerio Parque Boco y Cementerio General Municipal de Mayaca), la recopilación de información mediante el uso de fuentes de primer orden se hace necesaria. (Ver Anexo B)

Feria Mayorista Serrano

Para cuantificar los residuos generados en la feria se trabajó en conjunto con don Claudio Villanueva para realizar un seguimiento a la generación de residuos con el fin de estimar el flujo semanal. El seguimiento cubrió un total de seis días en donde tres de estos fueron visitas con observaciones personales y los tres restantes en base a la observación de Claudio Villanueva. Las mediciones fueron realizadas mediante la visualización de los recipientes utilizados. La Tabla 7.1 especifica la metodología utilizada para la cuantificación.

Tabla 7.1 - Metodología para la cuantificación de residuos en Feria Mayorista Serrano

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Conocimiento del Locatario | Observación Personal | Conocimiento del Locatario | Observación Personal | Conocimiento del Locatario | Observación Personal |

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo el conocimiento de que existe una variación estacional se acudió a la experiencia de don Manuel Aránguiz y Claudio Villanueva para estimar la variación en la generación de residuos entre la temporada alta y baja. Ambos funcionarios afirman que en temporada alta se utiliza diariamente la capacidad máxima de recipientes disponibles, que corresponden a 45 recipientes de 200 litros.

Feria Sargento Aldea

Para abordar este estudio se realizó un seguimiento al comportamiento de la generación de residuos de cada locatario. La estimación de los residuos generados se calculó en base a seis días donde tres de estos corresponden a la observación personal y los otros tres en base al conocimiento del locatario. La Tabla 7.2 muestra la metodología utilizada para estimar el volumen de residuos generados.

Tabla 7.2 - Metodología para la cuantificación de residuos en Feria Sargento Aldea

| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Conocimiento del Locatario | Observación Personal | Conocimiento del Locatario | Observación Personal | Conocimiento del Locatario | Observación Personal |

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en consideración que existe una variación en la generación de residuos que es generado por la variación estacional, se procedió a encuestar a cada locatario con el fin de estimar un factor que indique dicha variación. (Ver Anexo B.1.1)

Cementerio Parque de Boco

Para cuantificar los residuos en el cementerio se realizó un seguimiento de una semana, en los que se asiste los días miércoles y sábados, días en que se realizan los retiros de residuos en el cementerio (Ver Apartado 8.1.1)

Cementerio General Municipal de Mayaca

Para cuantificar los residuos en el cementerio se realizó un seguimiento de una semana, en los que se asiste los días lunes y jueves, días en que se realizan los retiros de residuos en el cementerio (Ver Apartado 8.1.2)

7.1.3 Requerimientos de Compost programa PRODESAL

Para calcular los requerimientos de compost de los agricultores del programa PRODESAL, se realizó un cálculo en base a los requerimientos de compost que poseen las tierras de los agricultores (Ver Anexo F). La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Requerimiento de Compost} = \text{Hectárea} \times \text{Dosificación anual según Cultivo}$$

El dato de hectáreas y tipo de cultivo de cada agricultor se obtuvo de la base de datos de agricultores pertenecientes al PRODESAL.

El dato de dosificación de compost según el cultivo se obtuvo de fuentes bibliográficas y web. Se utilizó la tabla 7.3.

Tabla 7.3 - Dosificación de Compost según tipo de cultivo

| Tipo | Consumo | Unidad | Periodo (Años) |
|-----------------------------------|---------|----------|----------------|
| Cultivos Hortofrutícolas de Campo | 50 | ton/ha | 3 |
| Cultivos Frutales | 100 | ton/ha | 3 |
| Flores | 2 | kilos/m2 | 1 |

Fuente: Elaboración Propia a través de los datos obtenidos de Manual de compostaje casero del sistema nacional de información ambiental [Newtenberg], y del Manual de uso de compost elaborado por la consejería de medio ambiente de la Junta de Andalucía [EGMASA].

7.1.4 Precio de mercado del Compost

Para calcular el precio de mercado del compost se visitó distintas fuentes webs. En su cálculo se considera solamente las ventas mayoristas de compost (Venta por m³), debido a que este tipo de ventas es el más acorde al requerimiento para la producción agrícola. Cabe mencionar que el precio del compost se calcula para obtener una base de cálculo para dimensionar el beneficio otorgado a los agricultores del PRODESAL.

7.2 Estudio Técnico

7.2.1 Flujo de Entrada

Para calcular el flujo de entrada al sistema es necesario tener en consideración que el flujo de entrada no es constante en el tiempo debido factores como aumentos en la población y la actividad económica. Por el motivo expuesto se elaborara una proyección en la generación de residuos utilizando como base de cálculo los residuos cuantificados.

Actualmente no se poseen datos históricos de la generación de residuos en la ciudad de Quillota, por lo que para proyectar los datos extraídos en la cuantificación de residuos se utilizara una relación entre crecimiento demográfico de la ciudad de Quillota con la generación de residuos per-cápita en Chile. Para la proyección se tendrá la consideración que los residuos de cementerios y podas no son afectados por el aumento de la población.

7.2.2 Dimensiones de Pila

Para el cálculo de las dimensiones de pila se utilizarán las recomendaciones de Enzo Bollo, el alto debe ser de 1,5 m y el ancho de 2 m, y por último el largo de la pila se calcula según el residuo disponible, para su cálculo se tiene la siguiente formula:

$$L_t = \frac{V_t}{Ancho * Alto} = \frac{V_t}{3}$$

Siendo:

- L_t Largo de la pila en el periodo t. Largo medido en metro.
- V_t Flujo de entrada en el periodo t. Flujo medido en metro cúbico.

7.2.3 Dimensionamiento de Planta de Compostaje

Las dimensiones de la planta de compostaje son el resultado del área de compostaje y los requerimientos de instalaciones.

7.2.3.1 Dimensionamiento del Área de Compostaje

El área de compostaje se define según el máximo de pilas que se tendrán en proceso, la separación entre las pilas de compostaje y las vías de circulación para los vehículos y maquinarias.

Para el cálculo del máximo de pilas que se mantendrán en proceso se utiliza el tiempo de creación de una pila de compostaje y el tiempo que debe mantenerse una pila de

compostaje en proceso para obtener un compost maduro. La duración total del proceso para residuos municipales es de 6 meses [Roben02] para obtener un compost maduro.

La separación entre pilas de compostaje gemelas se considerara de 50 cm [Bollo03].

Para dimensionar las vías de circulación de vehículos se utilizó una plantilla en AutoCad (Ver Anexo E) para el viraje de camiones de peso medio complementado con el diámetro de rotación del mini cargador frontal (Ver Anexo E.1).

7.2.3.2 Requerimientos de Instalaciones

Se requieren algunas instalaciones para el funcionamiento de la planta de compostaje; en este estudio se considera una bodega para el producto finalizado, y el cálculo de sus dimensiones son en base a los residuos acumulados durante dos semanas. No se considera un espacio mayor al calculado, ya que se asume que el producto será recolectado en un tiempo máximo de dos semanas luego de culminado su proceso.

También se considera otra bodega para el almacenamiento de herramientas y maquinarias. En el almacenado se contemplan todas las herramientas necesarias para el transporte y manipulación del material, los implementos de seguridad, y la maquinaria utilizada para el volteo.

Según el Decreto Supremo 594, se debe considerar en el terreno baños, camarines, y comedor para cubrir las necesidades del trabajador.

7.2.4 Diseño del proceso de abastecimiento y procesamiento de residuos.

El diseño del proceso de abastecimiento y procesamiento de residuos se elaboró en base a las actividades necesarias de la producción de un ciclo de compost. De forma adicional a estas actividades, se agrega el proceso el pesaje y control de actividades mediante planillas de control que permiten el seguimiento de: uso de maquinarias, consumo de combustible, y parámetros de las pilas de compostaje.

7.3 Estudio Legal

Para el estudio legal se utilizaron las fuentes web y se complementaron con información adquirida a través de las reuniones realizadas con la Unidad de Medio Ambiente de la Municipalidad de Quillota.

7.4 Estudio Financiero

7.4.1 Posibilidad de Financiamiento

La búsqueda del financiamiento se realizó sobre aquellos financiamientos que permitan utilizar los fondos sobre proyectos que posean relación con la trata de residuos sólidos urbanos. Así mediante la búsqueda de fuentes web y con ayuda de la Unidad de Medio Ambiente se llegó a la conclusión de utilizar el FNDR, cuyo ítem descriptor se desarrollará en el Capítulo 8: Metodología Aplicada.

7.4.2 Tasa de Descuento Social

Para la búsqueda de la tasa de descuento social se accedió a la información pública del Ministerio de Desarrollo Social, quienes publican anualmente un archivo denominado Precios Sociales. Uno de los datos expresados en el documento es la tasa de descuento social vigente (Ver Apartado 8.4.2)

7.5 Evaluación Económica-Social

La evaluación económica se efectúa sobre dos ejes principales. El primer eje es el real, se evalúa el proyecto bajo la licitación actual de la municipalidad, omitiendo todo un ahorro en el presupuesto municipal por la menor disposición de residuos en el relleno sanitario; el segundo eje se evalúa en un escenario donde las licitaciones permitan costos variables en el transporte y disposición de residuos, por lo que existiría un ahorro en el presupuesto municipal por la menor disposición de residuos en el relleno sanitario.

Ambos ejes se someten a escenarios puros, optimistas y pesimistas, y se evalúan en base a los criterios del VANS y la TIRS. Las fórmulas utilizadas para la evaluación del VANS y la TIRS son las siguientes:

$$VANS = \sum_{t=1}^t \frac{BTN_t}{(1+r)^t} + \frac{VR}{(1+r)^t} - I_0$$

Siendo:

- VANS es el Valor Actual Neto Social del proyecto
- I_0 es la inversión inicial
- BTN_t son los beneficios totales netos en el año t
- r es la tasa social de descuento
- t es el horizonte de evaluación del proyecto
- VR es el valor residual del proyecto al final de su vida útil

$$0 = \sum_{t=1}^t \frac{BTN_t}{(1 + TIRS)^t} + \frac{VR}{(1 + TIRS)^t} - I_0$$

Siendo:

- TIRS es la Tasa Interna de Retorno Social del proyecto
- I_0 es la inversión inicial
- BTN_t son los beneficios totales netos en el año t
- t es el horizonte de evaluación del proyecto
- VR es el valor residual del proyecto al final de su vida útil

8 Metodología Aplicada

8.1 Estudio de Mercado

8.1.1 Generación de residuos en Cementerio Parque Boco

El cementerio Parque Boco data actividades desde el 4 de Julio de 1992, fecha de fundación bajo el dominio de Iván Correa, quien luego deja en herencia las actividades que le competen al cementerio a su hija Carolina Correa (Actual administradora).

El cementerio se encuentra en la calle Olivares 250 Quillota, a 15 cuadras del centro de Quillota (Ver Figura 8.1), y comprende una superficie de 1,7 hectáreas, con una capacidad de 5600 sepulturas y una dotación de tres personas para llevar a cabo las actividades de venta, administración y mantención del dominio.

Figura 8.1 - Vista Superior Cementerio Parque de Boco



Fuente: Elaboración Propia

Para mantener el parque en buenas condiciones, el encargado de patio en conjunto con su asistente son los encargados de las siguientes labores:



- Mantención del Pasto
- Limpieza de Sepulturas
- Riego
- Mantención de Arboles
- Vaciado de recipientes de Basura

Con respecto a la generación de residuos en el cementerio, es notoria la acumulación de residuos orgánicos debido a las visitas que este recibe. Todo residuo orgánico generado producto de la actividad del cementerio es acumulado en recipientes para la basura (Ver tabla 8.1), los cuales en algunos momentos superan su capacidad máxima de llenado, debido a

altos volúmenes de visitas o por incumplimiento del retiro de residuos por parte de la empresa a cargo. Debido a esta situación el encargado de patio se encuentra en la obligación de vaciar oportunamente los recipientes de basura para que se encuentren disponibles para los visitantes del cementerio. Para esto se utiliza una fosa para acumular los residuos vegetales (Ver figura 8.2). La fosa tiene dimensiones de 2 metros de largo, 2 metros de ancho y 2 metros de profundidad. Estos 8 metros cúbicos en momentos no dan abasto en ciertos momentos para mantener los residuos que se generan en el cementerio hasta que llegue el camión de la basura para realizar sus retiros, por lo que tiende a colapsar.

El paso del camión que efectúa los retiros de residuos del cementerio está programado para los días miércoles y sábados.

Tabla 8.1 - Tipos de recipientes para residuos

| | |
|--|---|
|  |  |
| Tipo A 189 L | Tipo B 70 L |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2 - Foso Cementerio Parque de Boco



Fuente: Elaboración Propia

Cuantificación de residuos – Cementerio parque de Boco

La cuantificación de residuos en el Cementerio parque de Boco se realizó mediante la observación de los recipientes para el depósito de residuos. La tabla 8.2 muestra los recipientes observados para la cuantificación.

Tabla 8.2 - Información de recipientes Cementerio Parque de Boco

| Tipo de Recipiente | Cantidad | Dimensiones (m) | Capacidad (m ³) | Total (m ³) |
|--------------------|----------|---|-----------------------------|-------------------------|
| Recipiente A | 7 | <i>Diametro = 0,5 Alto = 1</i> | <i>V = 0,189</i> | 1,323 |
| Recipiente B | 3 | <i>Diametro = 0,375 Alto = 0,65</i> | <i>V = 0,07</i> | 0,21 |

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la cuantificación de residuos trazada entre las fechas 9 al 15 de junio del 2015 se muestran en la tabla 8.3 - Generación semanal de residuos según el tipo de recipiente.

Tabla 8.3 - Generación semanal de residuos en el cementerio Parque de Boco

| | Volumen por unidad | Nº de Recipientes | Volumen Total | Veces por semana | Total por semana |
|--------------|----------------------|-------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Recipiente A | 0,189 m ³ | 7 | 1,32 m ³ | 2 | 2,64 m ³ |
| Recipiente B | 0,07 m ³ | 3 | 0,21 m ³ | 2 | 0,42 m ³ |

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, semanalmente es posible recaudar de ambos recipientes 3,1 m³ de residuos.

8.1.2 Generación de residuos en Cementerio General Municipal Mayaca

El cementerio municipal de Mayaca es el cementerio más grande de la comuna de Quillota, se localiza en el cerro de Mayaca, Las Lilas 36 (Ver figura 8.3). Este se encuentra cercano al Parque Aconcagua, posee un área aproximada de 8 hectáreas y tiene una división al interior que consta de varios sectores.

Figura 8.3 - Vista superior Cementerio General de Mayaca



Fuente: Elaboración Propia

Con relación al manejo de los residuos, el cementerio cuenta con cinco tipos de recipientes, dos de estos tipos son de disposición final (ver tabla 8.4) y el resto transitorios (ver tabla 8.5). Los recipientes de disposición final se ubican en la zona frontal del cementerio y en la zona posterior del cementerio, esta dualidad de zona de disposición final tiene su fundamento en acortar las distancias recorridas con la carga de los recipientes transitorios debido a la extensión territorial del cementerio.

El paso del camión que efectúa los retiros de residuos del cementerio está programado para tres días a la semana haciendo distinciones de recorridos para la zona frontal y posterior. Los días lunes y miércoles se retiran los residuos de la zona frontal, y los jueves los residuos de la zona posterior.

Tabla 8.4 - Recipientes de disposición final

| | |
|---|--|
|  |  |
| Recipiente A 840 L | Recipiente B 8400 L |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.5 - Recipientes de disposición transitoria

| | | |
|--|--|--|
|  |  |  |
| Recipiente C 1320 L | Recipiente D 196 L | Recipiente E 144 L |

Fuente: Elaboración Propia

Cuantificación de residuos – Cementerio General Municipal de Mayaca

La cuantificación de residuos en el Cementerio General Municipal de Mayaca se realizó mediante la observación de los recipientes para el depósito de residuos. La tabla 8.6 muestra los recipientes observados para la cuantificación.

Tabla 8.6 - Información de recipientes Cementerio General Municipal de Mayaca

| | Volumen por unidad (m ³) | Nº de Contenedores | Volumen Total (m ³) |
|--------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Recipiente A | 0,84 | 8 | 6,72 |
| Recipiente B | 8,4 | 1 | 8,4 |

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la cuantificación de residuos trazada entre las fechas 9 al 16 de junio del 2015 se muestran a continuación en la tabla 8.7 - Generación semanal de residuos según el tipo de recipiente.

Tabla 8.7 - Generación semanal de residuos en Cementerio General Municipal de Mayaca

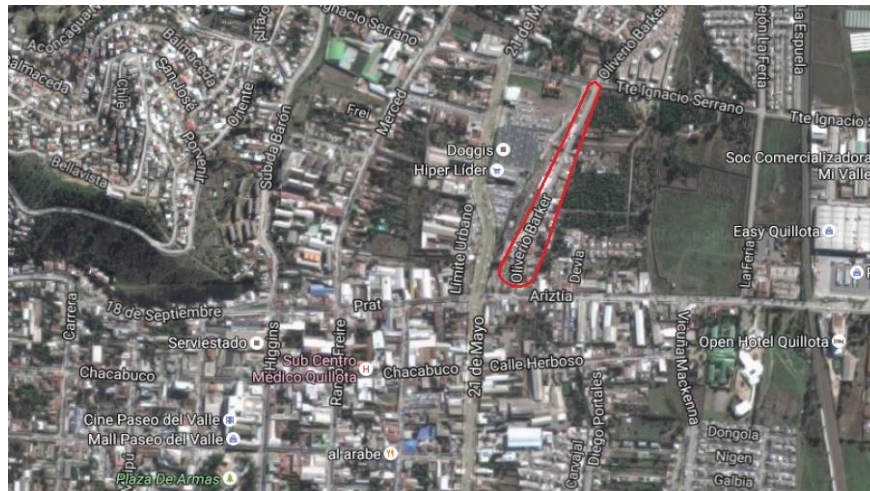
| | Volumen por unidad (m ³) | Nº de Contenedores | Volumen Total (m ³) | Veces a la semana | Total semana (m ³) |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Recipiente grande de plástico | 0,84 | 8 | 6,72 | 2 | 13,44 |
| Depósito general | 8,4 | 1 | 8,4 | 1 | 8,4 |

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, para los días lunes y jueves se logran recaudar 6,72 m³, y los días miércoles se obtienen 8,4 m³, al sumar la recaudación de los tres días se obtiene un total de 21,84 m³ de residuo a la semana.

8.1.3 Generación de Residuos en Feria Sargento Aldea

La feria Sargento Aldea se encuentra ubicada en la calle Oliveiro Barker, entre Av. Rafael Ariztia y la calle Teniente Ignacio Serrano (ver figura 8.4). Esta feria está abierta a todo público, y por lo general la venta de productos comienza a las 8:00 am y finaliza a las 18:00.

Figura 8.4 - Vista Superior Feria Sargento Aldea

Fuente: Elaboración Propia

La feria cuenta con un total de 66 locales, 45 de estos forman en conjunto el sindicato de la feria Sargento Aldea, los restantes laboran de forma independiente. No todos los locales son destinados a la comercialización agrícola, en la tabla 8.8 se puede visualizar los tipos de locales en la feria y su frecuencia.

Tabla 8.8 - Frecuencia locales feria Sargento Aldea

| Tipo de Comercialización | Cantidad |
|--------------------------|----------|
| Fruta y Hortaliza | 29 |
| Hortaliza | 23 |
| Frutos Secos | 5 |
| Comida Rápida | 2 |
| Art. De Aseo | 2 |
| Productos Agrícolas | 1 |
| Fruta y Huevos | 1 |
| Juegos de Azar | 1 |
| Cerrado | 1 |
| Muebles | 1 |

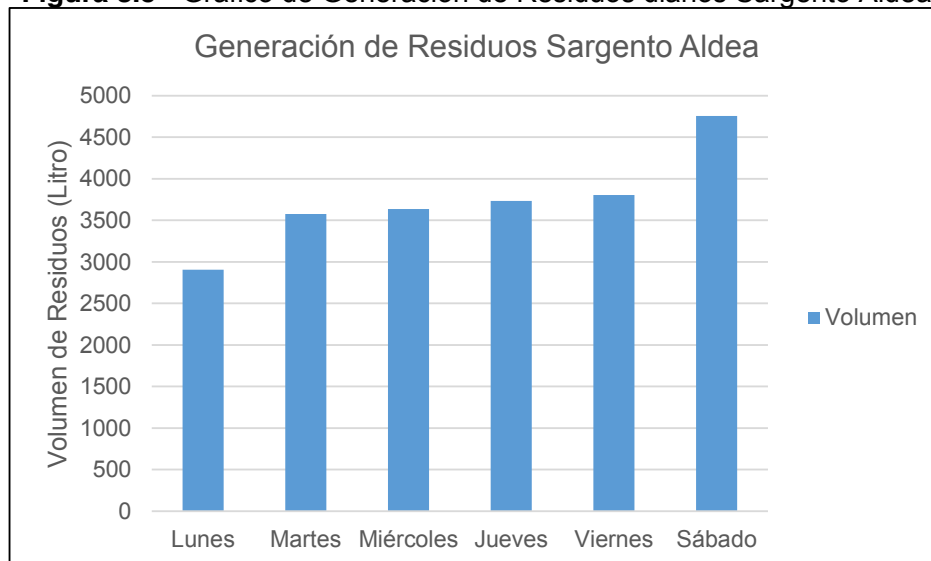
Fuente: Elaboración Propia

En relación al manejo de residuos, cada locatario almacena sus residuos en recipientes personales de distintos tamaños (Ver Anexo B.1) dependiendo de los requerimientos de cada local.

El retiro de residuos de la feria Sargento Aldea se realiza de forma diaria.

Cuantificación de residuos – Feria Sargento Aldea

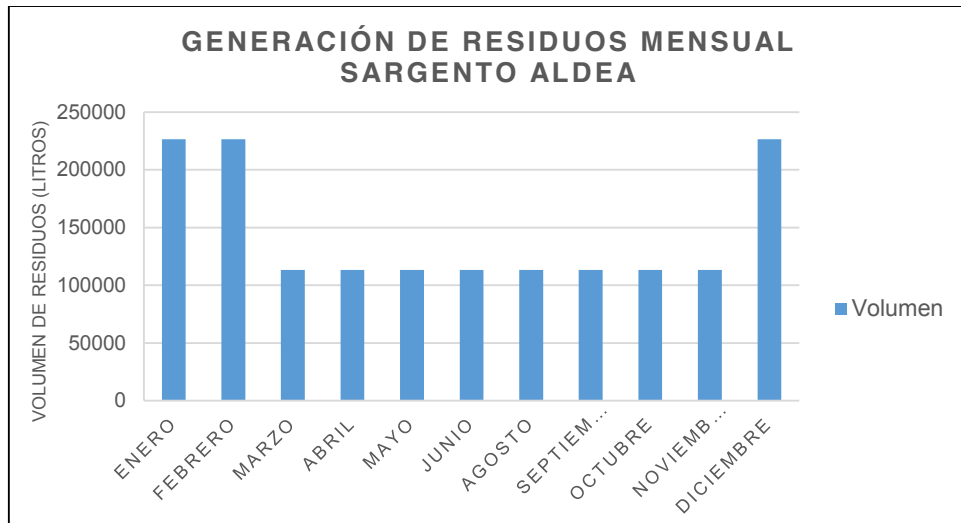
Para el obtener un promedio de la generación de residuos semanal se realizó un seguimiento de la generación de residuos por local en la feria (Ver Anexo B.1). La figura 8.5 muestra la fluctuación semanal de residuos en la feria.

Figura 8.5 - Gráfico de Generación de Residuos diarios Sargento Aldea

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante los estudios realizados se concluye que en promedio semanalmente es posible recolectar 26,145 m³ de residuos en temporada baja. Para temporada alta se considera un aumento en la generación de residuos igual al doble de lo generado en temporada baja, según la encuesta realizada a los feriantes (Ver Anexo B.1), la figura 8.6 muestra la fluctuación de residuos a lo largo del año.

Figura 8.6 - Gráfico Generación de Residuos Mensual Feria Sargento Aldea

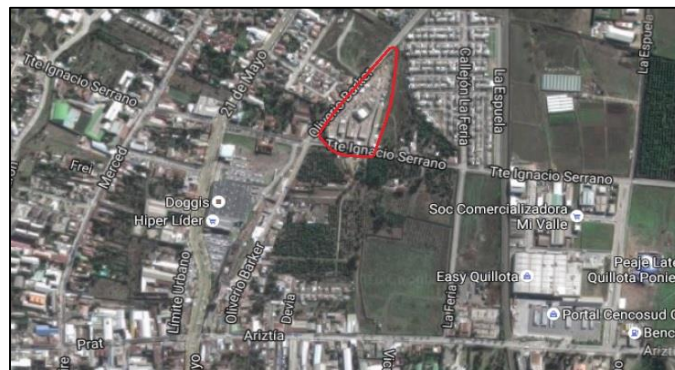


Fuente: Elaboración Propia

8.1.4 Generación de Residuos en feria Serrano

La feria Serrano se encuentra ubicada en Avenida Teniente Ignacio Serrano 118, se fundó en el año 1995 como Sociedad Anónima. Posee 120 locales habilitados, de los cuales un 50% se encuentran activos, el resto de locales se encuentran disponibles para ser arrendados.

Figura 8.7 - Vista Superior Feria Mayorista Serrano



Fuente: Elaboración Propia

En los inicios de la feria Serrano el manejo de residuos orgánicos era responsabilidad de la feria. La recolección de residuos se realiza cada 30 minutos o una hora, y los residuos recolectados se trasladaban a un centro de acopio. Esto cambia a comienzos del año 2000 puesto que la empresa Santa Teresita comienza a encargarse de los residuos orgánicos de la feria, quienes diariamente recogen sus residuos.

Manuel Aránguiz Bórquez (director de la Feria) y Claudio Villanueva (Auxiliar de Aseo) relatan que en momentos la recolección de residuos por parte de la empresa contratista no da abasto para recolectar los residuos generados, caso frecuentado en temporada Alta (primavera y verano), ya que el volumen de residuos aumenta debido a la comercialización de duraznos, melones y sandías.

Con relación al manejo interno de los residuos, la feria posee un total de 45 contenedores de 200 litros para la disposición de residuos. En temporada Baja (otoño e invierno) se utiliza un 20% de los contenedores (10 contenedores) los cuales se llenan diariamente. En la temporada alta se utilizan todos los contenedores disponibles. A diferencia de la feria Sargento Aldea, la feria Serrano posee personal de aseo que se encarga de la recolección de residuos, este personal se encarga de recoger los residuos de los depósitos generales ubicados en las cercanías de cada local. Luego de recogerlos, estos trasladan los residuos a la zona posterior de la feria (figura 8.8).

Figura 8.8 - Zona de disposición de residuos en Feria Mayorista Serrano

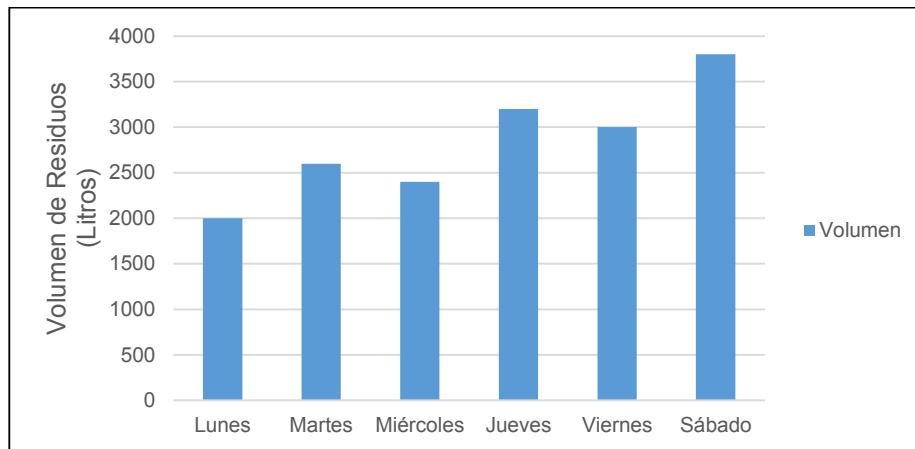


Fuente: Elaboración propia

Cuantificación de residuos – Feria Mayorista Serrano

El seguimiento realizado a los residuos generados en la Feria Mayorista Serrano se puede observar en la figura 8.9. Esta muestra muestra la generación de residuos diarios de la feria.

Figura 8.9 - Gráfico Generación de residuos diarios en Feria Mayorista Serrano

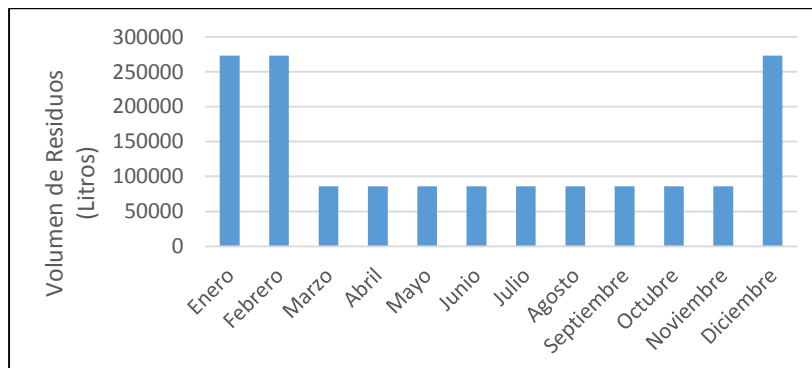


Fuente: Elaboración propia

Mediante los estudios realizados en la Feria Mayorista Serrano, se concluye que en temporada baja se generan diariamente 2,83 m³, que equivalen a 14 recipientes (valor redondeado) de 200 litros, y en temporada alta se generan 9 m³ diarios, los que equivale a 45 recipientes de 200 litros. Según lo comentado por los feriantes esta variación de residuos entre la temporada alta y baja se debe a los tipos de frutos que se comercializan en temporada alta, aparecen en el mercado las sandías y melones que aportan un mayor volumen, motivo por el cual necesitan la totalidad de recipientes para el manejo de residuos.

En la figura 8.10 se muestra la variación mensual en la generación de residuos:

Figura 8.10 - Gráfico Generación de Residuos mensual en Feria Mayorista Serrano



Fuente: Elaboración propia

8.1.5 Análisis de residuos orgánicos de las fuentes

Como se pudo observar en el apartado de cuantificación, los residuos generados en ferias y cementerios están compuestos por una fracción orgánica dominante. En cementerios las flores marchitas y los residuos generados de las actividades de podas corresponden al residuo dominante. En ambas ferias, los residuos de fruta y hortaliza se generan diariamente, ya sea por la baja calidad de las frutas y hortalizas que cumplieron su tiempo o no cumplen con el estándar de venta del feriante (Ver figura 8.11).

Figura 8.11 - Residuos generados en ferias y cementerios



Fuente: Elaboración propia

Consideraciones

Los residuos provenientes de estas fuentes al contrario de los RSD tienden a estar libre de contaminantes [EnvironmentCanada13], lo cual es un “aspecto” positivo para la calidad final del producto generado por el proceso de compostaje.

Estos residuos orgánicos se caracterizan por el alto contenido de humedad, el cual produce problemas en el proceso de compostaje [Oviedo14]. La humedad se considera la variable más importante en el proceso de compostaje, y es calificada como un importante criterio para la optimización del proceso [Márquez08].

El control de la humedad influye directamente en la aireación de la pila y la calidad del material, y una pila con poca o nula aireación ocasiona olores desagradables [Palmero10]. Debido al exceso de humedad en este tipo de residuo, existen procedimientos para su control y disminución; ese procedimiento es el volteo de pila. Según el estudio desarrollado por investigadores de la Universidad del Valle de Colombia⁸, la frecuencia del número de volteos incide directamente en las concentraciones de humedad del material (Ver Anexo D). Con este estudio se puede asegurar que el parámetro humedad puede ser controlado mediante el volteo, y el número de volteos recomendado por ese estudio, para pilas conformadas con este

⁸ Oviedo, Edgar. Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje de biorresiduos de origen municipal.

tipo de residuo, es de dos volteos por semana durante las primeras tres semanas del proceso [Oviedo14].

La duración del proceso de compostaje con residuos orgánicos de origen vegetal es de seis meses aproximadamente [Roben02] con técnicas de compostaje a cielo descubierto. El volumen final de la pila se reduce a la tercera parte de su volumen original [Bollo03].

Muchas investigaciones que experimentaron con pilas conformadas de solamente residuo orgánico de origen vegetal concluyen que la calidad del producto es aceptable para uso en suelos. Según S.P. Gautam, el uso de compost generado con residuos orgánicos municipales permite airear y aumentar la capacidad de retención del agua, lo que lleva a prevenir la erosión del suelo, y también suministra la liberación lenta de nutrientes y puede controlar las enfermedades del suelo [Gautam10]. Prosiguiendo con los efectos positivos, Ben Leroy menciona el mayor rendimiento de los suelos y el florecimiento de la fauna de estos, en donde se encontraron mayores cantidades de organismos benéficos, y menores cantidades de parásitos disponibles en los suelos [Leroy06].

8.1.6 Requerimientos de Compost en el PRODESAL

En la base de datos del año 2015 del PRODESAL hay un total de 200 agricultores. Cada uno de estos posee cultivos de distintos tipos, y se pueden diferenciar entre estos cultivos de hortalizas, frutales, florales y de otras especies. La tabla 8.9 muestra los requisitos de compost anuales para los agricultores del PRODESAL:

Tabla 8.9 - Requisitos anuales de Compost para el PRODESAL

| Tipo de Cultivo | Superficie (ha) | Cuenta de Especie | Requisito Anual de Compost (m ³) |
|---------------------|-----------------|-------------------|--|
| Hortalizas | 188,83 | 131 | 3147,24 |
| Frutales | 10,84 | 16 | 361,33 |
| Flores | 16,20 | 37 | 324,02 |
| Especies Campesinas | 7,04 | 16 | 117,33 |
| Total | | | 3949,93 |

Fuente: Elaboración Propia

8.1.7 Precio de mercado del Compost

En el mercado es posible visualizar precios para el compost que varían según el tipo de venta, ya sea al detalle o al por mayor. Los precios para estos tienen un gran margen de diferencia y dificultan la estimación de un precio de mercado. Por esta diferencia se decide estimar el precio de venta al por mayor de compost debido a que la venta mayorista se enfoca en el público que compran productos para la reventa o el empleo de estos en el negocio propio,

a diferencia de la venta al detalle que se focaliza en aquel público que requiere un producto para el consumo o uso personal. Además se decide elaborar un estudio para obtener el precio de mercado del compost a través de la comparación del compost obtenido a través del proceso de compostaje por pilas y sin la adición de enriquecedores. Debido a que se utilizarán datos de precios de compost de calidad similar e igual precedencia, se calculará el precio de mercado del compost a través de la media aritmética de los datos observados. La siguiente tabla muestra los precios de mercado por metro cúbico de compost.

Tabla 8.10 - Precios de mercado por metro cúbico de compost

| Vendedor | Fuente | Precio m ³ |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Lombricultura Pachamama | www.lombricultura.cl | \$ 16.000 |
| Coopaisajismo Paisajeria y Horticultura | www.mercadolibre.cl | \$ 25.000 |
| Francisco Andía Guajardo (Mercado Libre) | www.yapo.cl | \$ 50.000 |
| Daniela Nieto | www.portaldelcampo.cl | \$ 12.000 |
| Bio Viña | www.mercadolibre.cl | \$ 25.000 |
| Seragro | www.seragro.cl | \$ 19.000 |
| BioCurauma | www.evisos.cl | \$ 22.000 |
| | Promedio | \$ 24.143 |

Fuente: Elaboración propia, 2017

8.2 Estudio Técnico

8.2.1 Flujo de entrada al proceso

Uno de los principales cálculos que se realizó para la elaboración del diseño de la planta de compostaje es el cálculo del flujo de entrada de residuos y su proyección. Este flujo fue calculado en base a la producción de residuo, generado de forma semanal, en ferias y cementerios de la localidad, cuyo cálculo sirve de base conocer las dimensiones de cada pila de la planta de compostaje.

En la Tabla del Anexo C, es posible distinguir tres tipos de flujos distintos resumidos en el siguiente cuadro:

Tabla 8.11 - Resumen de flujos volumétricos generados de forma semanal

| Tipo de Flujo | Volumen en m ³ Semanales |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Flujo de temporada baja sin poda | 47,221 |
| Flujo de temporada baja con poda | 50,421 |
| Flujo de temporada alta sin poda | 116,535 |

Fuente: Elaboración propia

Los flujos resumidos en la tabla 8.11 consideran los materiales procesados por la chipeadora provenientes de podas y cementerios.

Luego de calcular el flujo de entrada de residuos para el primer año de operación es necesario proyectarlo hasta el último año de operación con el objetivo de dimensionar la planta de compostaje tomando como base de cálculo el flujo de residuos proyectado.

La tabla 8.12 muestra un resumen de la proyección del volumen de residuos recolectados y de entrada al sistema (Ver Anexo C.2). El volumen de residuos que entra al sistema es menor al volumen de residuos recolectados porque la fracción recolectada de cementerios y podas municipales es reducida mediante una chipeadora.

Tabla 8.12 - Residuos anuales recolectados e ingresados al sistema

| Año | Total de Residuos Recolectados | Total de Residuos Ingreso al Sistema |
|------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 2018 | 5866,73 m ³ | 3935,63 m ³ |
| 2019 | 5903,20 m ³ | 3972,10 m ³ |
| 2020 | 5938,55 m ³ | 4007,45 m ³ |
| 2021 | 5983,46 m ³ | 4052,36 m ³ |
| 2022 | 6022,21 m ³ | 4091,11 m ³ |
| 2023 | 6060,95 m ³ | 4129,85 m ³ |
| 2024 | 6099,69 m ³ | 4168,59 m ³ |
| 2025 | 6138,44 m ³ | 4207,34 m ³ |
| 2026 | 6177,18 m ³ | 4246,08 m ³ |
| 2027 | 6215,92 m ³ | 4284,82 m ³ |

Fuente: Elaboración Propia

8.2.2 Dimensionamiento de pilas para el compostaje

Se tiene en conocimiento que el flujo de entrada de residuos al sistema varía según la temporada, lo que resulta en pilas de distinto tamaño; cada pila se conforma de la misma manera, con residuos de feria en mayor cuantía, cementerios y podas (Ver Anexo C), y una delgada capa, con material reducido proveniente de cementerios y/o podas, que sirve como mecanismo de prevención de malos olores [Roben02]. El material que se procesa en la chipeadora es el proveniente de cementerios y podas, por su difícil descomposición. La reducción del volumen del material es difícil de calcular y depende de diversos factores como el tipo de material. Para este estudio se usará la reducción del 75% del volumen, cuyo dato es obtenido en base a la experiencia de operadores de chipeadoras industriales [UR12].

Las variaciones de las dimensiones de pila se expresan en la tabla 8.13. En esta tabla se encuentran las proyecciones para cada largo de la pila a lo largo del horizonte del proyecto.

Tabla 8.13 - Dimensiones de pilas obtenidas en base al flujo semanal

| Periodo | Tipo de Pila | Largo (m) | Ancho (m) | Alto (m) |
|---------|--|-----------|-----------|----------|
| 1 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 17,4 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 22,7 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 40,5 | 2 | 1.5 |
| 2 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 17,6 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 22,9 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 40,9 | 2 | 1.5 |
| 3 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 17,7 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 23,1 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 41,3 | 2 | 1.5 |
| 4 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 17,9 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 23,3 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 41,9 | 2 | 1.5 |
| 5 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 18,1 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 23,5 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 42,3 | 2 | 1.5 |
| 6 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 18,3 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 23,6 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 44,8 | 2 | 1.5 |
| 7 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 18,5 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 23,8 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 43,2 | 2 | 1.5 |
| 8 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 18,7 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 24 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 43,7 | 2 | 1.5 |
| 9 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 18,8 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 24,2 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 44,1 | 2 | 1.5 |
| 10 | Pila en temporada baja sin mezcla de podas | 19 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada baja con mezcla de podas | 24,4 | 2 | 1.5 |
| | Pila en temporada alta | 44,6 | 2 | 1.5 |

Fuente: Elaboración Propia

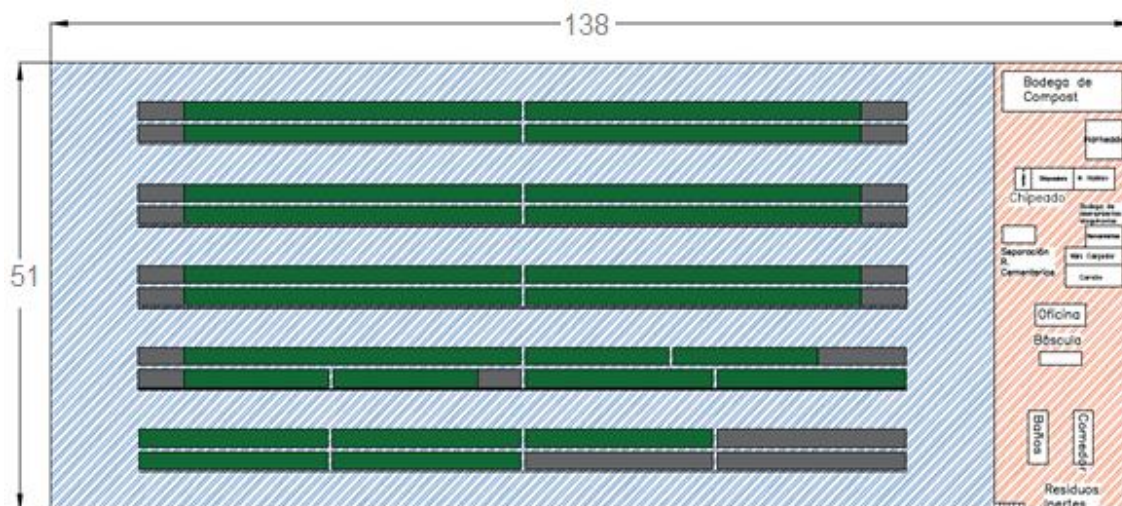
El ancho y alto de la pila es considerado como el estándar para trabajar en plantas semi mecanizadas [Bollo03]. El largo de la pila se calcula despejando la variable de la ecuación de volumen de un prisma rectangular y el resultado se redondea al número entero mayor.

8.2.3 Dimensionamiento de la planta de compostaje

De acuerdo a la Figura 8.12, se requiere de un área total de 7.038 m² que considera el área de compostaje (área achurada azul), las zonas de reducción de volumen y almacenado,

y estructuras necesarias para cubrir las necesidades del personal (área achurada naranja). El área total se calcula en base a los flujos de residuos generados en el último año del proyecto (Ver Anexo C.2), ya que la pila se va aumentando su largo a medida que transcurren los años, debido a los cambios en la generación anual de residuos.

Figura 8.12 - Dimensionamiento de la planta de compostaje (dimensiones en metros)



Fuente: elaboración propia mediante AutoCad 2017

8.2.4 Dimensionamiento del Área de Compostaje

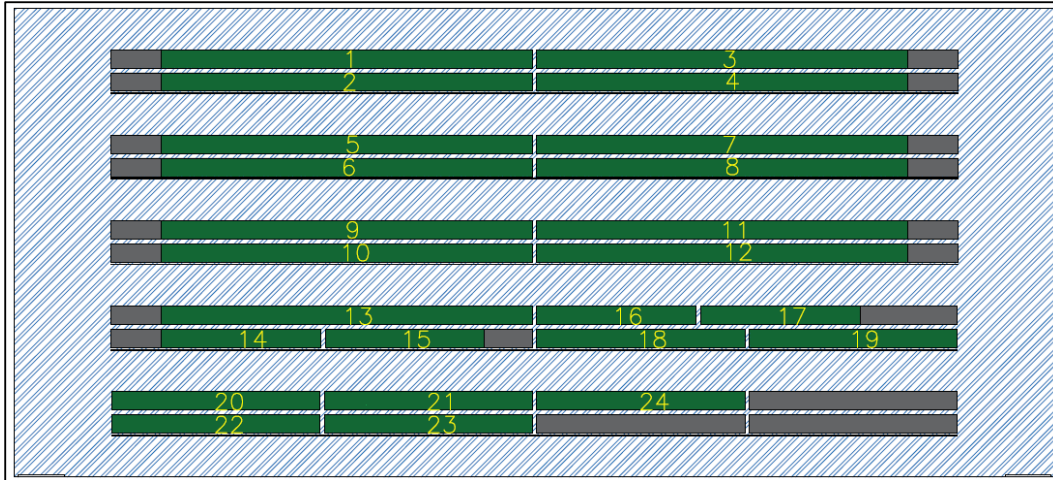
El área de compostaje está conformada por el área que utilizan las pilas de compost, más los pasillos para el tránsito entre pilas y las vías para el tránsito de vehículos o maquinarias. Como consideraciones para el diseño del área requerida para el compostaje se tiene lo siguiente:

- Se considerará un total de 24 pilas en proceso, debido a que se construirá una pila por semana y el ciclo de producción de compost es de 24 semanas.
- La técnica de volteo para las pilas será sobre su mismo lugar.
- Las vías de circulación de vehículos o maquinarias en donde se tenga una vista lateral hacia las pilas para realizar el volteo de pilas serán de 4,8 metros en base al cálculo del diámetro de rotación del mini-cargador frontal más la canaleta para lixiviados.
- Las vías de circulación laterales serán de 10 metros, según el radio de viraje del camión (Ver Anexo E).
- Los pasillos entre pilas gemelas serán de 50 cm, y 50 cm de separación lateral.

Se tiene en conocimiento que la temporada alta dura 13 semanas y las pilas que se generan en esta temporada son las de mayores dimensiones. Como son un máximo de 24

pilas en proceso, el área máxima a utilizar estaría conformada por 13 pilas de temporada alta más 11 pilas de temporada baja:

Figura 8.13 - Zona de compostaje

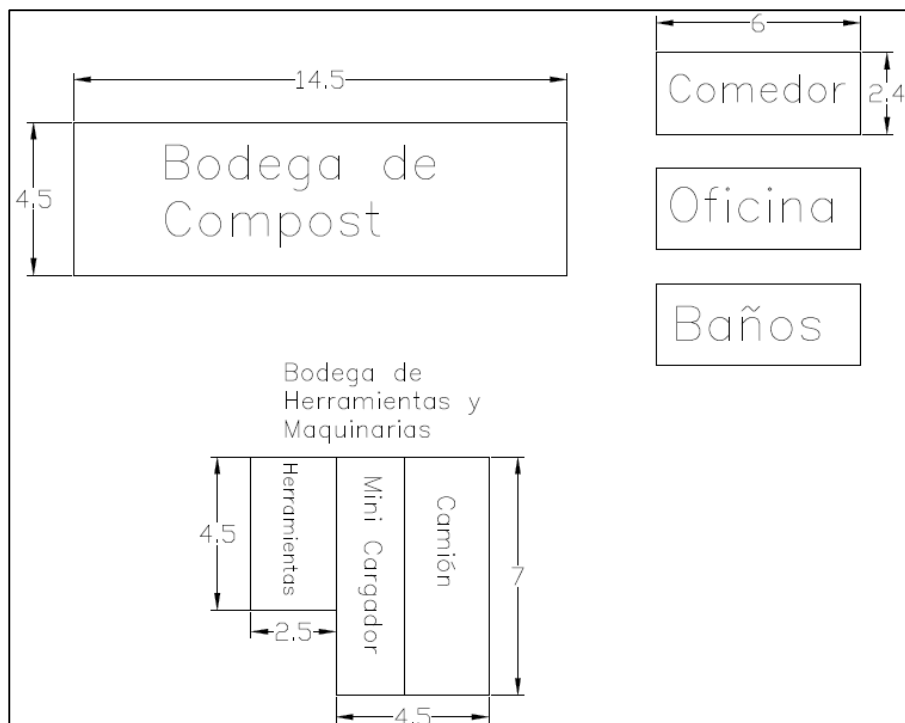


Fuente: elaboración propia mediante AutoCad 2017

Este layout de pilas es una representación hipotética si el proyecto se iniciara en temporada alta, y no se proyecta de la misma manera en las próximas temporadas. En la Figura 8.13 se enumeran las pilas para entender esta situación. Las pilas 1-13 son pilas provenientes de la temporada alta, mientras que las pilas 14-24 provienen de la temporada baja. Luego de la semana 24 (pila 24), la pila 1 ha cumplido con el tiempo estimado de maduración, y debe dirigirse a la zona de harneado y almacenado. Al mismo tiempo ingresa una nueva pila al sistema, la cual se ubica en el espacio de la pila 1; este proceso se repite sucesivamente con los flujos posteriores. Los espacios achurados de color plumizo, corresponden al área que utilizarían las pilas que se conforman con residuos de poda. Se debe considerar este espacio achurado, puesto que a futuro es posible que las pilas de mencionadas ocupen espacio una al lado de otra.

8.2.5 Área de zonas, instalaciones y estructuras

Las dimensiones de las estructuras como bodega de compost, bodega de herramientas, oficina, comedor y baños se pueden apreciar en la Figura 8.14. Las dimensiones de la bodega de compost se obtienen en base al producto acumulado durante dos semanas de temporada alta. Las dimensiones de la bodega consideran un cobertizo para el almacenamiento del mini cargador frontal y el camión.

Figura 8.14 - Dimensiones de bodegas, comedor, oficina y baños.

Fuente: Elaboración propia mediante AutoCad 2017

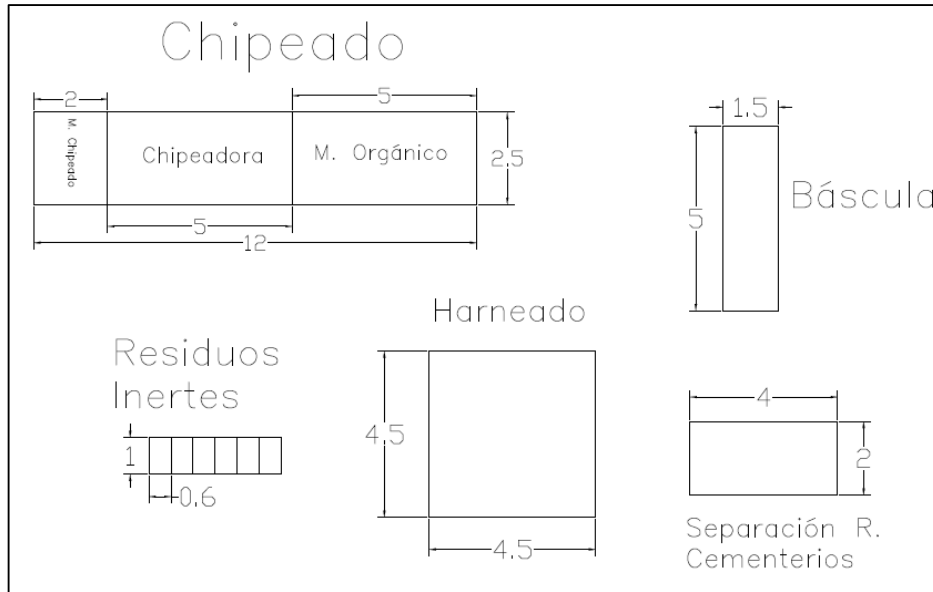
La zona de harneado considera un harnero y el producto acumulado de una pila en la semana de temporada alta. El volumen acumulado de este producto es de $40,5 \text{ m}^3$ por lo cual la zona de harneado ocupara un área de $20,25 \text{ m}^2$ con un alto de 2 m (Ver Figura 8.15)

La zona de separación de residuos de cementerios considera el máximo volumen que se recauda a la semana, y es de $9,93 \text{ m}^3$. El área a considerar para la separación es de 8 m^2 . Luego de su separación es trasladado a la zona de reducción de volumen (Ver Figura 8.15).

La zona de reducción de volumen considera la ubicación de la chipeadora industrial, la cual ocupa un área aproximada de $12,5 \text{ m}^2$, más los residuos acumulados (residuos de poda y cementerio que ingresan a la planta) y al otro costado los residuos procesados. Finalizada la reducción se trasladan los residuos a la zona de compostaje (Ver Figura 8.15).

Se requiere que la báscula y oficina se encuentren cercanas para generar los reportes del peso de los residuos. Las dimensiones de la báscula se detallan en Anexo V.1.

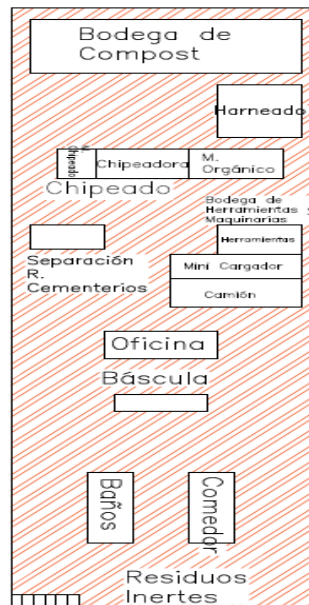
Figura 8.15 - Dimensiones de zonas de reducción, separación y harneado



Fuente: Elaboración propia mediante AutoCad 2017

El área total utilizada por estas zonas y estructuras es de 841,5 m².

Figura 8.16 - Layout de instalaciones y estructuras



Fuente: Elaboración propia

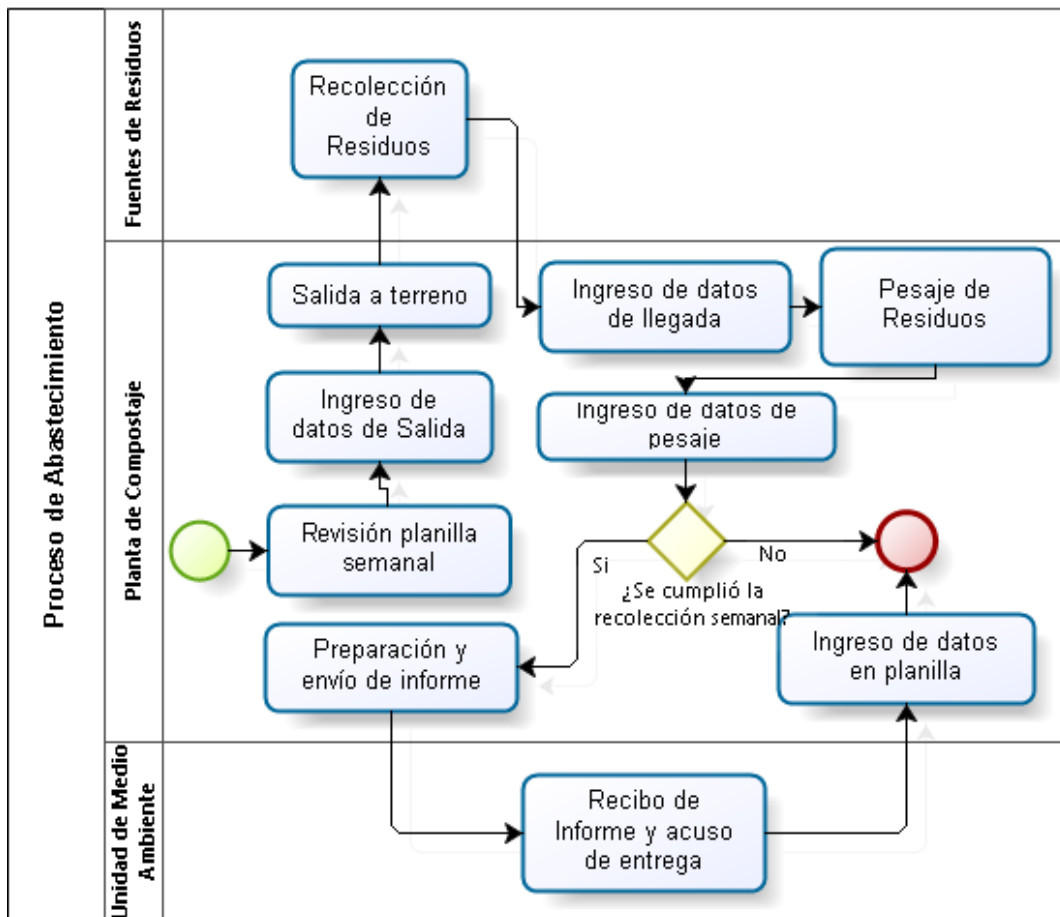
8.2.6 Diseño del proceso de abastecimiento y procesamiento de residuos.

En conjunto los procesos de abastecimiento y procesamiento de residuos son los que permiten valorizar los residuos orgánicos. A continuación, se describen los procesos que componen la actividad de producción de compost.

8.2.6.1 Proceso de Abastecimiento

El proceso de abastecimiento se inicia una vez que se realizan los preparativos de salida a terreno para la recolección de residuos, y termina una vez que se hayan dispuesto los residuos en la planta e ingresado los datos en los documentos de seguimiento de actividades. La figura 8.17 muestra el proceso de abastecimiento mediante un diagrama de flujo. La tabla 8.13 describe las actividades del proceso, los responsables de ejecutar las actividades y los responsables de supervisar el cumplimiento.

Figura 8.17 - Proceso de Abastecimiento



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.14 – Descripción de actividades - Proceso de abastecimiento

| <i>Actividad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Responsable</i> | <i>Supervisor</i> |
|---------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|
| Revisión planilla semanal | Se revisa la planilla semanal de Control de Abastecimiento (Anexo U.1), el responsable verifica si la planilla a utilizar es la que corresponde a la fecha actual. | Técnico Agrícola | - |
| Ingreso de datos de salida | El responsable ingresa los datos de kilometraje del vehículo y hora de salida en la planilla semanal en la planilla de Control de Abastecimiento. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Salida a terreno | El responsable del camión reúne a su equipo recolector y sale a terreno. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Recolección de Residuos | Los responsables retiran los residuos de las fuentes. | Auxiliares | Conductor del Camión |
| Ingreso de datos de llegada | El responsable ingresa los datos de kilometraje del vehículo y hora de llegada en la planilla de Control de Abastecimiento. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Pesaje de residuos | El responsable dirige el vehículo a la zona de pesaje para pesar el vehículo. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Ingreso de datos de pesaje | El responsable debe ingresar el dato del peso obtenido restando el peso del vehículo. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Preparación y envío de informe. | El responsable debe ingresar los datos de fechas de inicio de la recolección semanal, la fecha final de recolección y el peso de los residuos en la tabla “Reporte de Captación de Residuos” (Ver Anexo U.5) y enviarla adjunta a un email a la Unidad de Medio Ambiente. | Técnico Agrícola | Unidad de Medio Ambiente |
| Recibo y acuso de entrega | La unidad de Medio Ambiente recibe el informe y debe dar acuso de recibo conforme de la información entregada. | Unidad de Medio Ambiente | Técnico Agrícola |
| Ingreso de datos en planilla | Una vez recibido el acuso conforme de entrega el responsable debe actualizar el campo “Información entregada a UMA” en la planilla de Control de Abastecimiento. | Técnico Agrícola | - |

Fuente: Elaboración Propia

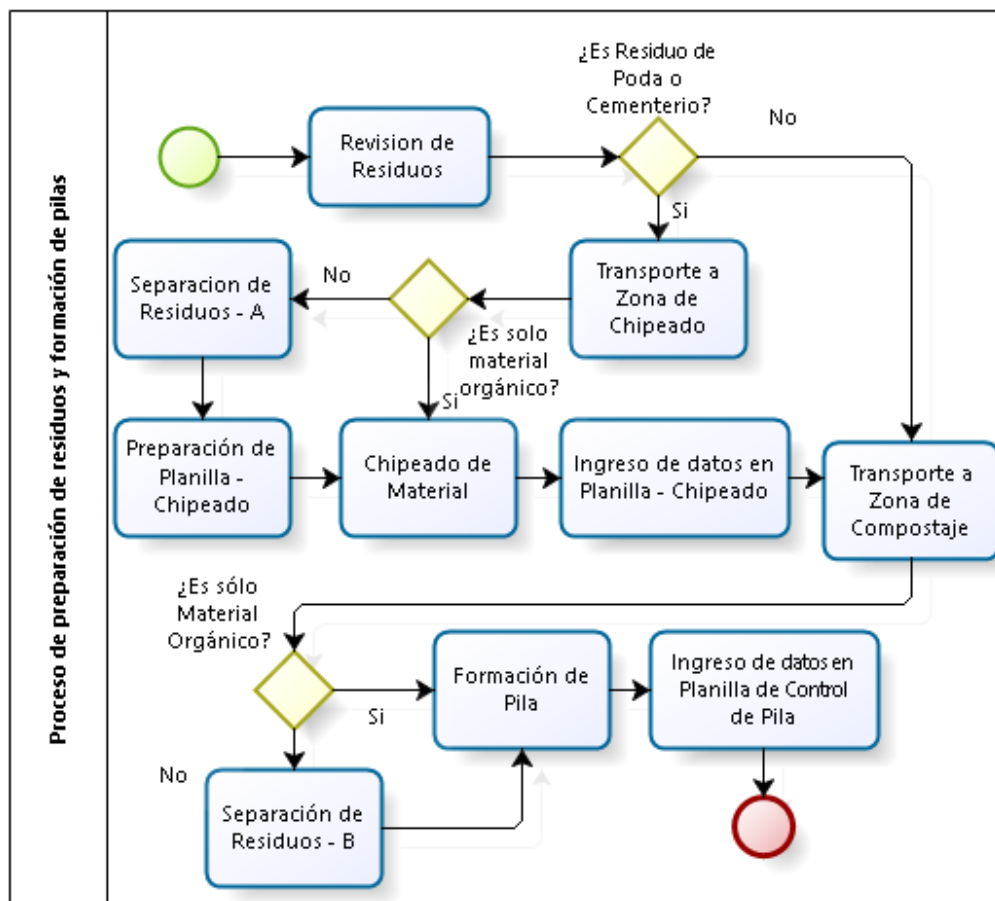
8.2.6.2 Procesamiento de Residuos.

El procesamiento de residuos corresponde al proceso de compostaje. A este le corresponden los procesos de preparación de residuos, formación de pilas, control de parámetros, harneado y almacenamiento de residuos.

Proceso de preparación de residuos y formación de pilas

El proceso de preparación de residuos tiene comienzo una vez que los residuos arriban en la planta de compostaje. Los residuos se clasifican según su precedencia para su tratamiento previo a la conformación de la pila. Luego de ser analizados se conforma la pila de compostaje. La figura 8.18 muestra el proceso de preparación de residuos y formación de pilas y la tabla 8.14 describe las actividades de los procesos. Los responsables de ejecutar las actividades y los responsables de supervisar el cumplimiento.

Figura 8.18 - Proceso de preparación de residuos y formación de pilas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.15 - Descripción de actividades - Preparación de residuos y formación de pilas

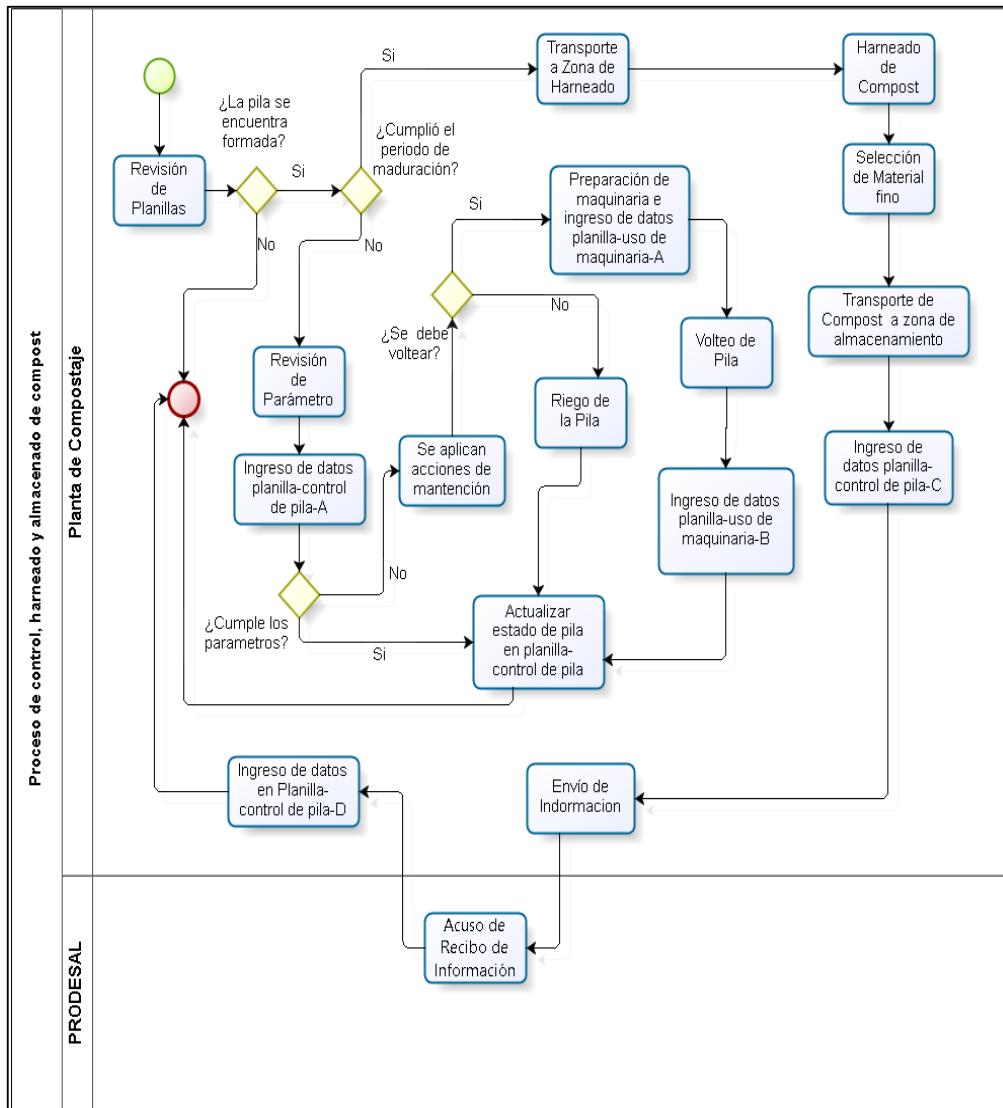
| <i>Actividad</i> | <i>Descripción</i> | <i>Responsable</i> | <i>Supervisor</i> |
|---|--|-----------------------|-----------------------|
| Revisión de Residuos | El responsable revisa la precedencia de los residuos para determinar su derivación hacia la zona que le corresponda. | Técnico Agrícola | - |
| Transporte a Zona de Reducción | El responsable transporta los residuos a la zona de reducción. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Separación de Residuos - A | Los responsables separan los residuos. Aquellos residuos que no sean orgánicos deben ser depositados en recipientes y dispuestos en la zona de acopio para recipientes con residuos inorgánicos. | Auxiliares | Técnico de Chipeadora |
| Preparación de Planilla - Chipeadora | El responsable debe hacer ingreso del dato "hora de inicio" en la planilla de Control de Chipeadora (Ver Anexo U.3) en el momento que se inicie la reducción del material. | Técnico de Chipeadora | Técnico Agrícola |
| Reducción de Material | El responsable debe introducir el residuo orgánico en la máquina chipeadora con ayuda de auxiliares. | Técnico de Chipeadora | Técnico Agrícola |
| Ingreso de datos en Planilla - Chipeadora | El responsable debe hacer ingreso del dato "hora fin", "tiempo total de uso" y "tiempo de uso acumulado" en la planilla de Control de Chipeadora (Ver Anexo U.3). | Técnico de Chipeadora | Técnico Agrícola |
| Transporte a Zona de Compostaje | El responsable transporta los residuos reducidos a la zona de compostaje. | Conductor del Camión | Técnico Agrícola |
| Separación de Residuos - B | Los responsables separan los residuos. Aquellos residuos que no sean orgánicos deben ser depositados en recipientes y dispuestos en la zona de acopio para recipientes con residuos inorgánicos. | Auxiliares | Técnico Agrícola |
| Formación de Pila | Los responsables forman las pilas de compostaje según las especificaciones establecidas en el documento (Ver Anexo U.2) | Auxiliares | Técnico Agrícola |
| Ingreso de datos en Planilla de Control de Pila | El responsable crea un nuevo registro de Pila conformada en la planilla Control de Pilas (Ver Anexo U.2), debe ingresar la fecha de conformación de pila. | Técnico Agrícola | - |

Fuente: Elaboración propia

Proceso de compostaje

El proceso de control se da inicio una vez que las pilas están conformadas. Se hacen revisiones diarias a los parámetros de control de las pilas. Una vez que el compost finaliza su periodo de maduración se da inicio al proceso de harneado; en la zona de harneado se harnea el Compost y se separa el material fino del grueso, el material fino es almacenado en el galpón y el grueso es reincorporado al proceso de compostaje. En el diagrama de la Figura 8.19, se ilustra el proceso completo de compostaje y la Tabla 8.15 describe cada actividad relacionada a este proceso.

Figura 8.19 - Diagrama de Proceso de Compostaje



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8.16 – Descripción de actividades – Proceso de Compostaje

| Actividad | Descripción | Responsable | Supervisor |
|---|---|--------------------|-------------------|
| Revisión de planillas | El responsable revisa diariamente las planillas de control de pila (Anexo U.2), verifica el tiempo en proceso de la pila. Si la pila cumple con el tiempo de maduración, procede a trasladarla al sector de harneado. Si no cumple, procede a verificar los parámetros. El control de parámetros aplica solamente a pilas que se encuentren completamente formadas. | Técnico Agrícola | - |
| Revisión de parámetros | El responsable utiliza los instrumentos dispuestos para el control de parámetros. | Técnico Agrícola | - |
| Ingreso de datos planilla-control de pila-A | Se ingresa la información obtenida por los instrumentos de medición. En la planilla de control de pila. Luego el responsable analiza si la pila cumple con los parámetros exigidos. | Técnico Agrícola | - |
| Riego de pila | El responsable humedece la pila mediante riego. | Auxiliar | Técnico Agrícola |
| Preparación de maquinaria e ingreso de datos planilla-uso de maquinaria-A | El responsable prepara el mini cargador frontal e ingresa la hora de inicio en la planilla de Control de Cargador frontal (Anexo U.4). | Maquinista | Técnico Agrícola |
| Volteo de Pila | El responsable voltea la pila con el mini cargador frontal | Maquinista | Técnico Agrícola |
| Ingreso de datos planilla-uso de maquinaria-B | El responsable ingresa la hora de término, el tiempo total de uso y el tiempo de uso acumulado en la planilla de Control de Cargador Frontal | Maquinista | Técnico Agrícola |
| Actualizar estado de pila en planilla-control de pila | Luego de ingresados los parámetros, y ejecución de las acciones de mantención, el responsable indica en la planilla control de pila la finalización de la revisión. | Técnico Agrícola | - |
| Transporte a zona de harneado | Cuando el material cumple con el tiempo de maduración, el responsable transporta la pila, con el mini cargador, a la zona de harneado. | Maquinista | Técnico Agrícola |
| Harneado de compost | Los responsables vierten el material sobre el harnero. | Auxiliares | Técnico Agrícola |

| | | | |
|---|---|------------------|------------------|
| Selección de material fino | Los responsables seleccionan del proceso de cribado, el material que traspasó la malla del harnero. El material que no traspasó la malla, se reincorpora a las pilas que se encuentran en proceso. | Auxiliares | Técnico Agrícola |
| Transporte de compost a zona de almacenamiento | Los responsables transportan el producto harneado a la bodega de compost. | Auxiliares | Técnico Agrícola |
| Ingreso de datos planilla-control de pila-C | Se actualiza el campo "Pila dispuesta en galpón" en la Planilla Control de Pilas. | Técnico Agrícola | - |
| Envío de información a encargado de PRODESAL | Se envía un correo electrónico al encargado de PRODESAL acerca de la disponibilidad de producto. | Técnico Agrícola | - |
| Acuso de recibo de información de encargado de PRODESAL | El responsable recibe la respuesta del encargado del PRODESAL. | Técnico Agrícola | - |
| Ingreso de datos planilla-control de pila-D | El responsable registra en la planilla de control de pila, información sobre la pila que finalizó el proceso. | Técnico Agrícola | - |

Fuente: Elaboración Propia

8.3 Estudio Legal

La instalación de una planta de compostaje está regulada por la Ley 19.300, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Plan Regulador de la Municipalidad de Quillota, la Norma Chilena del Compost (Nch2880) y el DS.994.

8.3.1 Ley 19.300 – Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

Para instalar una planta compostaje se debe someter el proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), según lo indicado en el artículo N°10, Letra O de la Ley 19.300:

“Artículo N°10: Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes...

...o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos...”.

Lo anterior coincide con el Artículo N°3, Letra O del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

8.3.2 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

El artículo 26 del reglamento del D.S 40 del Ministerio de Medio Ambiente define la existencia de un procedimiento para la consulta de pertinencia de ingreso al SEIA. El Director Regional o el Director Ejecutivo del servicio competente gestionan la solicitud y deben dar respuesta de la solicitud a la Superintendencia y al solicitante [BCN13].

8.3.3 Plan Regulador de la Municipalidad de Quillota

Con referencia a la ubicación de la planta de compostaje, según el plan regulador debe ser ubicada en el tipo de zona de infraestructura 2 habilitada para el manejo de residuos. En el plan regulador actual no existe una zona sanitaria habilitada para el manejo de residuos, sin embargo, según lo comentado por la unidad de medio ambiente⁹ el Parque Aconcagua y la Zona Industrial de Quillota se encuentran habilitadas para estas actividades.

8.3.4 Norma Oficial Chilena: Compost – Clasificación y Requisitos (Nch2880.of.2004)

Esta norma regula la producción de Compost mediante la clasificación de los residuos autorizados para ser procesados, la estandarización de requisitos sanitarios, físicos y químicos del compost y las obligaciones para el productor en la generación de registros históricos en cada partida de compost.

En los apartados 5.2.1 y 5.2.2 de los “Requisitos de la materia prima” de la norma se autoriza el uso de residuos vegetales provenientes de ferias y cementerios en las letras “m” y “o”.

“5.2.1 Todos los residuos orgánicos agrícolas, forestales, ganaderos, urbanos, sólidos y líquidos, de agroindustria, y otros, no contaminados con materias no biodegradables por sobre las tolerancias de esta norma pueden ser utilizadas como materia prima para compostaje.

⁹ Fuente: Reunión con Unidad de Gestión Ambiental, jueves 03 de agosto de 2017

5.2.2 Se consideran materias primas para compostaje los materiales compostables siguientes:

m) de materias vegetales de parques, cementerios, clubes, jardines, podas de árboles...

o) del aseo de ferias libres, vegas, mercados y supermercados..."

En el apartado 5.3.2 - "Requisitos Sanitarios" se indican los índices de tolerancia para la presencia de agentes patógenos como los coliformes fecales, salmonela sp y huevos de helmintos viables

En el apartado 5.4 - "Requisitos físicos y químicos", se definen los requisitos para validar el compost producido tomando como parámetros de evaluación los contenidos de nutrientes, olores, humedad, conductividad eléctrica, relación C/N, madurez, Ph, materia orgánica presente, presencia de semillas viables de malezas, materiales inertes presentes, tamaño de partículas y su densidad aparente. Cabe mencionar se debe certificar el compost producido a través de un laboratorio acreditado.

En el apartado 6 - "Registros", se establece la obligación del productor de llevar un registro histórico para observar la trazabilidad de la partida de compost. Se obliga así llevar el registro de:

- Identificación de cada pila, utilizando un código en que conste el método de compostaje y el número correlativo de la pila
- Tipo de material que conforma cada pila (especie de origen, órgano vegetal o material animal)
- Origen del material por pila
- Fecha de inicio y de término de formación de la pila
- Masa de producto en proceso para cada pila
- Registros trazables de temperatura por pila
- Fecha de término del proceso de compostaje por pila
- Otros que establezca la Autoridad Competente.

8.3.5 Decreto Supremo N°594 – Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales.

En términos generales dentro de los artículos comprendidos en el DS.594 las consideraciones que se deben tener en una planta de compostaje son las que se indican a continuación:

- Se deben mantener los lugares de trabajo en buen estado de limpieza y conservación.
- La amplitud de pasillos debe ser dimensionada para que los trabajadores circulen sin obstaculizaciones ni riesgos. También deben mantenerse limpios.
- Debido a que se trabaja bajo cielo abierto se vuelve necesario tomar medidas para que los trabajadores puedan laborar bajo diversas condiciones climáticas.
- Se debe poseer agua potable.

- Debe ser considerada la cantidad de baños según lo explicitado por la norma. En el caso de haber distinciones de sexo, se hace necesaria la separación de baños.
- Debido a la naturaleza del trabajo se debe disponer de un lugar para establecer guardarropas para los trabajadores.
- El trabajo en jornadas amerita la instalación de un comedor para el personal que cumpla con las especificaciones del decreto.
- Las maquinarias deben mantenerse en buen estado para evitar riesgos de accidentes laborales.
- El personal destinado a manejar vehículos de cualquier tipo debe poseer la licencia de conducir apropiada
- Se requiere la instalación de extintores en zonas de riesgos de incendio.
- Se debe proporcionar de EPP al personal que lo requiera.

8.4 Estudio Financiero

8.4.1 Financiamiento: Fondo Nacional de Desarrollo Regional

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 [GORE17].

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. Su distribución opera considerando dos conjuntos de variables: las de orden socioeconómico y las territoriales. Se asigna el 90% de los recursos a comienzos del año presupuestario, y el 10% restante se destina en igual proporción, a cubrir situaciones de emergencia y estímulos a la eficiencia, en cada ejercicio presupuestario. 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 1281/OC-CH (1) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) o FNDR - BID [SUBDERE17]. A continuación, se describen los tipos de fondos:

- FNDR Tradicional: Este recurso financia todo tipo de proyectos de infraestructura social y económica, estudios y/o programas, de cualquier sector de inversión pública, siempre y cuando no se infrinjan las restricciones establecidas en la Ley de Presupuestos del

Sector Público de cada año y se enmarque dentro de la normativa del Sistema Nacional de Inversiones (S.N.I.).

- FNDR BID: El préstamo requiere que los proyectos posean una inversión igual o superior a US\$ 200.000¹⁰ y que pertenezcan a alguno de los sectores aprobados por dicha entidad, los cuales se encuentran contenidos en el Reglamento Operativo del Contrato de Préstamo,

8.4.1.1 Etapas del Fondo Nacional de Desarrollo Regional

Las etapas que componen el proceso de obtención de un FNDR son las siguientes:

- 1- La institución interesada debe elaborar un proyecto e ingresar la información en el banco integrado de proyectos (BIP), obteniendo así una ficha iniciativa de inversión (IDI). Esto se debe realizar en la Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social respectiva.
- 2- 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.
- 3- Obtenida la recomendación técnica favorable el gobierno regional debe priorizar el proyecto, si dicha iniciativa está contenida en la propuesta que el Intendente Regional presenta al Consejo Regional.
- 4- Una vez priorizado el proyecto, el GORE crea la respectiva asignación presupuestaria, acto administrativo fundamental para otorgar vida financiera a la iniciativa priorizada.
- 5- 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)
- 6- Es la UT Mandatada la responsable de la licitación, inspección técnica y recepción final de la iniciativa de inversión.

¹⁰ Según el decreto 582 - Aprueba bases administrativas generales del programa FNDR.- BID. Préstamo BID. 578/OC-CH

8.4.1.2 Ejecución presupuestaria FNDR año 2016

Para el año 2016 en la región de Valparaíso se destinaron M\$72.680.638 para el financiamiento de proyectos, lo que corresponde a un 7.2% de la ejecución presupuestaria [SUBDERE16].

Tabla 8.17 - Gasto Devengado acumulado por región

| Región | Gasto devengado acumulado (montos en miles de \$) |
|----------------------|--|
| Tarapacá | 37.575.341 |
| Antofagasta | 63.867.220 |
| Atacama | 54.962.201 |
| Coquimbo | 60.356.130 |
| Valparaíso | 72.680.638 |
| O'higgins | 58.989.247 |
| Maule | 68.282.112 |
| Bio – bio | 109.108.425 |
| Araucanía | 99.239.786 |
| Los lagos | 79.705.227 |
| Aysén | 54.232.314 |
| Magallanes | 54.378.427 |
| Metropolitana | 114.872.541 |
| Los Ríos | 51.503.697 |
| Arica - Parinacota | 25.866.241 |
| Fondema - Magallanes | 5.476.899 |
| Total | 1.011.096.446 |

Fuente: Elaboración propia a través de los datos publicados por SUBDERE.

8.4.2 Tasa social de descuento

La tasa social de descuento representa el costo de oportunidad en que incurre el país cuando utiliza recursos para financiar proyectos. En Chile esta tasa es del 6% y está fijada por el Ministerio de Desarrollo Social [MDS17].

8.5 Evaluación socio-económica

8.5.1 Horizonte del proyecto

En este proyecto se considera como horizonte 10 de años de funcionamiento. Esto según las indicaciones otorgadas por el Ministerio de Desarrollo Social (MDS), quien establece un rango de 5 a 10 años para los proyectos que incluyan el tratamiento de residuos [MDS13].

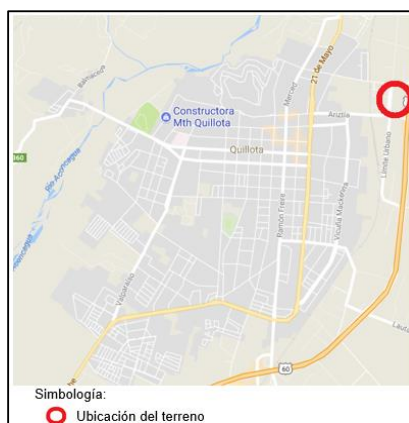
8.5.2 Determinación de la inversión inicial

La inversión inicial del proyecto considera: terreno, infraestructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas, maquinarias, instrumentos de trabajo, herramientas de trabajo, equipos tecnológicos, equipos de protección personal para el primer año de operación, muebles y otros insumos. Esto da como sumatoria un valor de la inversión inicial de \$205.814.527. En los siguientes subapartados se detalla cada componente de la inversión inicial.

8.5.2.1 Terreno

El terreno a considerar se encuentra ubicado en el parque industrial de Quillota. El nombre de la propiedad es “FUNDO MIRAFLORES LT 2 QUILLOTA”, tiene una superficie aproximada de 4 ha. Tomando como referencia el valor de 0,5 UF/m²¹¹ el terreno se evalúa en \$535.962.800¹² (Valor Comercial). Para el proyecto es necesario contar con una superficie de 7038 m² evaluados en \$94.302.655.

Figura 8.20 - Ubicación del Terreno



Fuente: Elaboración propia a través de Google Maps

¹¹ Dato de referencia según predio agrícola en la ciudad de Quillota, <https://www.portalterreno.com/ficha/84671/se-vende-agricola-en-quillota>.

¹² 1 UF= \$26.624,85 observada el 13 de septiembre del 2017.

Figura 8.21 - Terreno a utilizar

Fuente: Elaboración propia a través de Google Maps

Para el terreno es necesario contar con un cierre perimetral y un portón. Según los datos otorgados por CONTRUPLAC el cierre perimetral tiene un valor de \$20.000 por metro lineal y el portón requerido aproximadamente tiene un valor de \$700.000 (Ver Anexo W.5). Considerando que el perímetro del terreno es de 362 m, 358 metros lineales le corresponden al cierre por panderetas y 4 metros lineales al portón. Se tiene un valor de \$7.160.000 para el cierre perimetral. La Tabla 8.18 muestra el resumen de los valores considerados para el terreno y su cierre perimetral ajustados al precio social.

Tabla 8.18 - Precios del terreno y cierre perimetral

| Detalle | Precio | Precio Social (Sin IVA) |
|-------------------|--------------|-------------------------|
| Terreno | \$10.087.570 | \$10.087.570 |
| Cierre perimetral | \$7.160.000 | \$6.016.807 |
| Portón de 2 hojas | \$700.000 | \$588.235 |
| Total | \$17.947.570 | \$16.692.612 |

Fuente: Elaboración propia a través de datos otorgados por el SII y la constructora CONSTRUPLAC

8.5.2.2 Adquisición de Vehículos y Maquinarias

Para el proyecto es necesario contar con un Camión $\frac{3}{4}$ para el transporte de residuos, una chipeadora para la reducción de podas y un minicargador frontal para el volteo de pilas.

El MDS cuenta con un precio social para camiones, y por este motivo se utilizará el precio social de un camión de 2 ejes para la evaluación, cuyo valor indicado es de \$23.301.267 [MDS17]. No se cuenta con un precio social para un minicargador frontal ni tampoco de una chipeadora, por lo que para calcular su precio social es necesario quitar el IVA de sus valores.

Se considera un precio para el minicargador frontal por un monto de \$ 26.890.756 (Valor de Camión sin IVA) tomando como referencia una licitación de la Municipalidad de Quintero para la compra de un minicargador¹³. Para el proyecto se considera utilizar la chipeadora que posee la Municipalidad de Quillota. Esta fue adquirida el año 2012 por un monto de \$100.000.000¹⁴. Este precio debe ser ajustado al año 2018 según el descuento del IVA y sus respectivas depreciaciones.

Según los datos del SII la vida útil para el camión es de 7 años y para las maquinarias es de 10 años [SII03]. La tabla 8.19 muestra el precio y vida útil de los vehículos maquinarias consideradas en el proyecto.

Tabla 8.19 – Precio y vida útil de los Vehículos y Maquinarias

| Tipo de Vehículo/Maquinaria | Precio social del activo (Sin IVA) | Vida Útil (Años) |
|--|------------------------------------|------------------|
| Camión ¾ | \$23.301.267 | 7 |
| Minicargador Frontal | \$26.890.756 | 7 |
| Chipeadora Bandit 280xp | \$56.022.409* | 10** |
| *Precio actualizado según las depreciaciones al año 2018 | | |
| **Vida útil restante | | |

Fuente: Elaboración Propia a través de los datos obtenidos de mercado público y el SII.

8.5.2.3 Inversión en Infraestructuras

Las infraestructuras requeridas en la planta de compostaje son: un galpón para la disposición de compost, una bodega de herramientas, un cobertizo, una oficina, un comedor y un Baño/Camarín.

La tabla 8.20 muestra el precio de cotización de las infraestructuras y la vida útil de cada una de estas. Los precios de referencia se obtuvieron según los precios de mercado aproximados otorgados por la Constructora Domus Eaton (Ver Anexo W.2). Depreciaciones según el SII.

La tabla 8.21 muestra el costo de las instalaciones eléctricas y sanitarias para cada una de las infraestructuras. Los precios de referencia para las instalaciones eléctricas estimados fueron otorgados por un Instalador Eléctrico Autorizado (Ver Anexo W.3); los precios de referencia para las instalaciones sanitarias se obtuvieron mediante la consulta a un experto en gasfitería (Ver Anexo V.12). Depreciaciones de cada instalación según el SII.

¹³ Licitación ID:4547-2-LE16, Disponible en Mercado Público

¹⁴ Municipalidad de Quillota, Chile, 2012. <https://www.quillota.cl/web/sitio/?p=8835>

Tabla 8.20 - Costo de infraestructuras

| Infraestructura | Superficie | *Costo por m ² | Costo Total | Vida Útil (Años) |
|------------------------|----------------------|---------------------------|--------------|------------------|
| Galpón | 65.25 m ² | 10 UF | \$17.372.715 | 20 |
| Bodega de Herramientas | 11.25 m ² | 14 UF | \$4.193.414 | 30 |
| Cobertizo | 31.5 m ² | 5 UF | \$4.193.414 | 20 |
| Oficina | 14.4 m ² | 14 UF | \$5.367.570 | 30 |
| Comedor | 14.4 m ² | 14 UF | \$5.367.570 | 30 |
| Baño/Camarín | 14.4 m ² | 14 UF | \$5.367.570 | 30 |

*Se considera 1 UF = \$26.624,85 (UF al 12-Sept-2017), el valor no incluye IVA

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de Domus Eaton y datos del SII

Tabla 8.21 - Costos de instalaciones eléctricas y sanitarias

| Infraestructura | Costo de Instalación eléctrica (Sin IVA) | Costo de Instalación Sanitaria (Sin IVA) | Vida Útil (Años) |
|------------------------|--|--|------------------|
| Galpón | \$369.714 | - | 10 |
| Bodega de Herramientas | \$42.017 | - | 10 |
| Cobertizo | - | - | 10 |
| Oficina | \$42.017 | - | 10 |
| Comedor | \$42.017 | - | 10 |
| Baño/Camarín | \$42.017 | \$295.765 | 10 |

Fuente: Elaboración propia en base a consulta a experto en instalaciones eléctricas y datos del SII.

8.5.2.4 Inversión en sistema de riego

Es necesario contar con un sistema de riego para las pilas. Según las recomendaciones del Sr. Ariel Muñoz se debe utilizar un sistema de riego manual debido a que no se tiene una estimación de la frecuencia de regadío sobre las pilas de compostaje. Para el sistema de regadío se considera un estaque de 5.500 litros, una bomba centrífuga, los conductos y las llaves de paso necesarias para su instalación. La siguiente tabla muestra los costos de los elementos a instalar y su costo de instalación (Ver Anexo W.6).

Tabla 8.22 - Inversión en sistema de riego

| Detalle | Precio | Precio Social (Sin IVA) |
|---|-------------|-------------------------|
| Estanque vertical 5400 L | \$427.016 | \$358.837 |
| Bomba centrífuga 2 HP | \$183.552 | \$154.245 |
| Costos de conductos, fittings y llaves. | \$149.432 | \$125.573 |
| Costo de Instalación | \$1.280.000 | \$1.075.630 |
| Total | \$2.040.000 | \$1.714.286 |

Fuente: Elaboración propia a partir de consultas realizadas al Sr. Ariel Muñoz, Instalador de sistemas de riego

8.5.2.5 Equipos e instrumentos tecnológicos

Como equipos tecnológicos se tienen aquellos equipos que son necesarios para que el trabajador cumpla con sus labores. Entre estos equipos se tienen la báscula fija, el computador portátil y los instrumentos de medición. Para la báscula móvil es necesario contar con un radier para su perfecto funcionamiento. La siguiente tabla muestra los precios cotizados para estos elementos.

Tabla 8.23 - Precios de Equipos e Instrumentos tecnológicos

| Detalle | Precio Social (Sin IVA) | Proveedor |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| Báscula Móvil | \$7.420.000 | Pesamatic (Ver Anexo V.1) |
| Radier para báscula | \$262.605 | Sercored (Ver Anexo W.4) |
| Computador Portátil | \$193.594 | PETA (Ver Anexo V.11) |
| Phmetro | \$33.605 | Yalitech (Ver Anexo V.5) |
| Termohigrometro | \$32.688 | Yalitech (Ver Anexo V.5) |

Fuente: Elaboración propia

8.5.2.6 Herramientas, EPP y otros elementos.

Este ítem contempla la valorización de las herramientas, EPP y otros elementos necesarios (muebles, electrodomésticos, insumos, etc) para que los trabajadores desempeñen correctamente sus actividades. La tabla 8.24 muestra los precios cotizados en Home Center Sodimac para las herramientas, EPP y otros elementos (Ver Anexo V.6)

Tabla 8.24 - Requerimientos de Herramientas, EPP y otros elementos

| Requerimiento | Tipo | Cantidad | Precio total (Sin IVA) |
|----------------------|------------------|----------|------------------------|
| Pala | Herramienta | 4 | \$14.756 |
| Carretilla | Herramienta | 4 | \$101.815 |
| Horqueta | Herramienta | 4 | \$60.471 |
| Rastrillo | Herramienta | 4 | \$36.941 |
| Hacha | Herramienta | 4 | \$50.387 |
| Legionario | EPP | 6 | \$19.613 |
| Casco | EPP | 6 | \$37.765 |
| Guantes | EPP | 72 | \$53.123 |
| Oberol | EPP | 6 | \$47.345 |
| Zapatos de Seguridad | EPP | 7 | \$105.824 |
| Protector facial | EPP | 6 | \$20.118 |
| Antiparra | EPP | 6 | \$11.546 |
| Microondas | Electrodoméstico | 1 | \$29.403 |
| Escritorio | Mueble | 2 | \$58.807 |
| Comedor | Mueble | 1 | \$210.076 |
| Silla de escritorio | Mueble | 2 | \$50.403 |
| Locker | Mueble | 1 | \$142.849 |

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de Home Center Sodimac, detalles en Anexo V.6

8.5.2.7 Elementos para el manejo de residuos

Para el manejo de residuos es necesario contar con recipientes, una lona para cubrir el camión de transporte de residuos y contar con films de polietileno para proteger las pilas de compost en caso de lluvias. La tabla 8.25 muestra los valores para los insumos mencionados.

Tabla 8.25 - Elementos para el manejo de residuos

| Elemento | Cantidad | Precio total (Sin IVA) | Proveedor |
|---------------------|-----------|------------------------|-------------------------------|
| Lona 3,5 x 2 | 1 u | \$72.200 | CIBSA (Ver Anexo V.3) |
| Tambor 60 gal | 18 u | \$20.877 | Rheem (Ver Anexo V.4) |
| Film de Polietileno | 11 rollos | \$1.009.550 | Abaplast Ltda (Ver Anexo V.3) |

Fuente: Elaboración propia

8.5.3 Determinación de costos operacionales

8.5.3.1 Costo de mano de obra

Se toma como referencia los sueldos municipales publicados en el portal de Transparencia Activa de la municipalidad de Quillota para definir los sueldos del capital humano mostrados en la tabla 8.26 [QUILLOTA17]. Esta contiene el sueldo de los empleados ajustados al precio social según los precios sociales publicados por el ministerio de desarrollo social.

Tabla 8.26 - Sueldos por tipo de empleado reajustados según el precio social

| Capital Humano | Sueldo empleado público \$/mes | Índice de reajuste | Sueldo Social \$/mes |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|
| Recolectores | 307.794 | 0.62 | 190.832 |
| Operador de Planta | 426.587 | 0.62 | 264.484 |
| Guardia de Seguridad | 426.587 | 0.98 | 418.055 |
| Operador de Chipeadora | 530.362 | 0.98 | 519.755 |
| Operador de Vehículos | 530.362 | 0.98 | 519.755 |
| Técnico Agrícola Administrativo | 530.362 | 0.98 | 519.755 |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos entregados por el portal de transparencia activa de la Municipalidad de Quillota y los índices sociales publicados por el MDS

8.5.3.2 Costos por consumo de electricidad, agua y gas.

En el consumo eléctrico se considera el uso de iluminarias, equipos de trabajo y electrodomésticos. En la tabla 8.27 se muestra el consumo de electricidad para la planta de compostaje:

Tabla 8.27 - Consumo eléctrico

| Tipo de elemento | Cantidad | *Consumo (wh) | Tiempo de uso diario (Horas) | Tiempo de uso Mensual (Horas) | Tiempo de uso Anual (Horas) | Costo Anual | Costo Anual Social (Sin IVA) |
|------------------|----------|---------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------|------------------------------|
| Notebook | 1 | 65 | 5 | 120 | 1560 | \$8.182 | \$6.876 |
| Microondas | 1 | 700 | 0.6 | 14 | 182 | \$9.942 | \$8.355 |
| Ampolletas | 10 | 100 | 5 | 120 | 1560 | \$85.765 | \$72.071 |
| Campanas Led | 4 | 100 | 5 | 120 | 936 | \$43.543 | \$36.591 |
| | | | | | Total | \$147.432 | \$123.892 |

*El dato de consumo se obtuvo en base a las cotizaciones de cada elemento.

Fuente: Elaboración propia a través de datos de Chilquinta SA y las cotizaciones de cada elemento.

Se considera un consumo de agua de 100 litros, esto según el decreto supremo N°594 se exige poseer al menos 100 litros de agua diarios por persona en el establecimiento. En la tabla 8.28 se muestra el consumo de agua y su precio.

Tabla 8.28 - Consumo de Agua

| Tipo de Consumo | Consumo per cápita diario (L) | N° de trabajadores | Consumo Anual (L) | Costo Anual | Costo anual Social (Sin IVA) |
|-----------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|-------------|------------------------------|
| Consumo de Agua | 100 | 7 | 218.400 | \$129.236 | \$108.602 |

Fuente: Elaboración propia a través de los datos entregados por el D.S 594 y los datos de Esva (detalles en Anexo N)

Se considera un consumo de gas equivalente a 5 balones de gas de 45 kg y uno de 11 kg, los que tienen un valor de \$48.650 y \$13.650 respectivamente, así anualmente es necesario contar con \$208.250 (Ver Anexo L)

8.5.3.3 Costos por consumo Diésel

Los costos por consumo de diésel están dados por el uso de vehículos y maquinarias y sus determinados rendimientos. La tabla 8.29 muestra el consumo anual de combustible de los vehículos y maquinarias, y la tabla 8.30 muestra los costos anuales del uso de combustible.

Tabla 8.29 - Detalle consumo anual de combustible

| Vehículo/Maquinaria | Consumo anual de combustible |
|----------------------|------------------------------|
| Camión 3/4 | 600,86 l |
| Chipeadora | 196,55 l |
| Minicargador frontal | 533,22 l |
| Total | 1.330,63 |

Fuente: Elaboración propia (detalles de cálculo en Anexo Q)

Tabla 8.30 - Detalle costo social anual del combustible

| Año | Precio Social del combustible | Consumo anual del combustible (l) | Costo Social anual del combustible |
|------------|--------------------------------------|--|---|
| 2018 | \$325,38 | 1.330,63 | \$432.960 |
| 2019 | \$341,65 | 1.330,63 | \$454.610 |
| 2020 | \$355,31 | 1.330,63 | \$472.786 |
| 2021 | \$365,97 | 1.330,63 | \$486.971 |
| 2022 | \$376,95 | 1.330,63 | \$501.581 |
| 2023 | \$384,49 | 1.330,63 | \$511.614 |
| 2024 | \$392,18 | 1.330,63 | \$521.846 |
| 2025 | \$400,03 | 1.330,63 | \$532.292 |
| 2026 | \$408,03 | 1.330,63 | \$542.937 |
| 2027 | \$416,19 | 1.330,63 | \$553.795 |
| 2028 | \$420,35 | 1.330,63 | \$559.330 |

Fuente: Elaboración propia (detalles de cálculo en Anexo P)

8.5.3.4 Costos de mantención de vehículos y maquinarias.

Los costos de mantención vehicular y de maquinarias están dados por el uso de estos y su programación para la mantención preventiva. Se tiene que para el minicargador frontal se debe realizar una mantención preventiva cada 60 horas de uso. Al año se utiliza durante 180 horas aproximadamente, por lo cual le corresponderían tres mantenciones anuales.

Para el camión se tiene que la mantención preventiva le corresponde a los 10.000 Km de viaje. En el proyecto se considera un recorrido anual de 4.500 km, lo que implica que le correspondería una mantención cada 2 años y fracción.

Finalmente a la chipeadora le corresponde una mantención cada 200 horas de uso. Al año se utiliza 25 horas aproximadamente, por lo que le corresponde una mantención al octavo año de uso (Ver Anexo R). La siguiente tabla muestra los costos asociados a estas mantenciones:

Tabla 8.31 - Detalle de costos por mantención

| Detalle | *Costo de mantención Preventiva | Costo de mantención preventiva (Sin IVA) |
|--|--|---|
| Mantención de Camión | \$254.353 | \$213.742 |
| Mantención de Minicargador frontal | \$284.353 | \$238.952 |
| Mantención de Chipeadora | \$2.764.647 | \$2.323.233 |
| *Se considera una hora hombre utilizada en la mantención preventiva para el minicargador frontal y el camión | | |

Fuente: Elaboración propia

8.5.3.5 Costos por reposición de EPP

Los costos por reposición de EPP consideran una renovación anual. Los costos del primer año de EPP están considerados en la inversión inicial, por lo que no serán considerados como costos operacionales para el primer año de evaluación. Los costos por reposición de EPP se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8.32 - Costos por reposición de EPP

| EPP | Cantidad | Costo total (Sin IVA) |
|----------------------|-----------------|------------------------------|
| Legionario | 6 | \$19.613 |
| Casco | 6 | \$37.765 |
| Guantes | 72 | \$53.123 |
| Oberol | 6 | \$47.345 |
| Zapatos de Seguridad | 7 | \$105.824 |
| Protector facial | 6 | \$20.118 |
| Antiparra | 6 | \$11.546 |
| | Total | \$295.334 |

Fuente: Elaboración propia

8.5.4 Determinación de Beneficios sociales directos

Los beneficios sociales directos de la implantación del proyecto son aquellos beneficios mesurables identificables tras su aplicación. En el proyecto se pueden identificar tres beneficios directos. Uno de ellos corresponde al beneficio de las donaciones de compost realizadas al PRODESAL; otro es la menor emisión del gas invernadero CO₂ a la atmosfera el cual es monetariamente medible según los precios sociales del MDS; y por último el ahorro municipal por menor disposición de residuos en el relleno sanitario, cuyo beneficio solo se manifestaría si se cambiase la licitación actual con la empresa santa teresita (será objeto de escenario para la evaluación). A continuación se distribuye esta información en el apartado económico, social y medio ambiental.

8.5.4.1 Económico

Ahorro Municipal

El ahorro municipal por la menor disposición de residuos solo se da en el escenario en el que se tenga una licitación por precios unitarios en la disposición de residuos. Actualmente la Municipalidad posee una licitación con un cobro fijo con la empresa de aseo Santa Teresita por un valor de \$ 116.000.000 mensuales por un periodo de cuatro años a partir del 2 de febrero del 2017.

Según lo comentado por Kimberly Cantillana, encargada de sistema nacional de certificación ambiental municipal de la UMA de la municipalidad de Quillota, es posible cambiar el tipo de contrato vigente cuando se cumpla la vigencia del contrato, e indica que el valor por

tonelada dispuesta en el relleno sanitario sería aproximadamente de \$25.000. Cabe mencionar que actualmente la Municipalidad de Quillota no se posee una data histórica del peso de los residuos destinados al relleno sanitario, por lo que se les dificulta concluir una decisión sobre la conveniencia de uno de los dos tipos de licitación en cuestión.

Para este proyecto se consideran dos escenarios, sin cambios en la licitación y con cambios en la licitación. El cálculo se obtiene mediante la multiplicación de las toneladas de residuo anuales recolectadas sin considerar los residuos de podas municipales (debido a que estos no tienen destino final el vertedero) y los \$25.000 correspondientes a la tonelada de residuo dispuesta en el relleno. Para más detalle, ver anexo G.1.

Donación a Agricultores

El producto obtenido será destinado a los agricultores pertenecientes al PRODESAL, por lo tanto, se produce un ahorro para los agricultores en la compra de este producto. El precio manejado según el promedio del mercado es de \$ 24.143 (Ver Tabla 8.10). Al considerar este precio para el compost, la donación anual de compost para el primer año se evalúa en \$31.672.414. Para mas detalle ver anexo G.2

8.5.4.2 Social

Población y Municipal

ESVAL en el año 2002 inicio sus actividades de tratamiento de lodos mediante una planta de compostaje, esta se ubicó en San Pedro de Quillota. Durante los años en que se mantenía activa esta planta de compostaje, existió un descontento por parte de la comunidad agricultora de la zona, debido a los problemas ocasionados por la planta. El problema acarreado por esta planta se debía a la contaminación de las napas subterráneas que conectaban con las aguas utilizadas por los agricultores de esa zona [Baeza09] y problemas de fetidez [Tapia06]. Si bien fue ordenado el cierre de la planta de compostaje en noviembre del 2008 [Baeza09], el descontento de los agricultores puede incidir de forma negativa en proyectos que impliquen el tratamiento de residuos.

Al mismo tiempo, la municipalidad de Quillota teme que la implantación de una nueva planta de compostaje produzca problemas similares generados por la planta de compostaje de la empresa ESVAL; estas preocupaciones se vieron reflejadas en las diversas reuniones desarrolladas en la UMA, en donde se manifestaba constantemente los problemas acarreados por la antigua planta.

Por otro lado, también se espera aceptación del proyecto por parte de la comunidad agrícola perteneciente al PRODESAL debido a que el producto será destinado a las personas pertenecientes a este programa y además estas se encuentran familiarizadas con la técnica de compostaje y los beneficios de su producto.

Interés Municipal

El alcalde de Quillota es partícipe de la agrupación de los “Alcaldes Campeones para el Crecimiento Inclusivo”, que es desarrollada por la Fundación Ford y la OCDE. Kimberly Cantillana, funcionaria de la UMA, comenta que existe gran interés por llevar a cabo proyectos enfocados en el área medio ambiental. El desarrollo de un proyecto de este tipo trae los siguientes beneficios cualitativos:

- Reconocimiento a la Municipalidad de Quillota por dar uso a residuos de fácil separación, y que pueden ser transformados en productos valorizables.
- Incentivo a la población para desarrollar en sus hogares actividades relacionadas al compostaje.

Por último, la materialización de este proyecto puede significar el impulso necesario para la gestión de residuos orgánicos, y así en un futuro se podría evaluar la factibilidad de tratamiento de residuos del tipo domiciliario.

8.5.4.3 Ambiental

Disminución de la Emisión de CO₂

La disposición de residuos en zonas sin tratamiento provoca la generación de gases que producen el efecto invernadero. Entre los gases nocivos más importantes, provocados por la descomposición descontrolada de materia orgánica, se encuentra el Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O) y Monóxido de Carbono (CO), y entre este conjunto de gases, el que se genera en mayor cuantía es el CO₂ [Andersen&Boldrin10].

Al comparar la generación de CO₂ entre el proceso de compostaje y la disposición de residuos sin tratamiento, se generan 259 kg menos de CO₂ por tonelada de residuo procesado en el proceso de compostaje. El Ministerio de Desarrollo Social coloca precio social al CO₂ emitido (Ver Anexo H), el cual corresponde a \$ 21.687 por tonelada de CO₂ emitido [MDS17]. Para el caso de este proyecto, existe una disminución en la emisión de CO₂ debido a la valorización de los residuos; esta disminución se convierte en un beneficio para el proyecto, del que resultan \$ 10.305.342 al primer año de operación. Para más detalle ver anexo G.3.

8.5.5 Definición de Escenarios

Para la evaluación socio-económica se tienen seis escenarios, estos se indican a continuación.

- Escenario 1: Escenario Puro sin cambios en la licitación
- Escenario 2: Escenario Optimista sin cambios en la licitación
- Escenario 3: Escenario Pesimista sin cambios en la licitación
- Escenario 4: Escenario Puro con cambios en la licitación
- Escenario 5: Escenario Optimista con cambios en la licitación
- Escenario 6: Escenario Pesimista con cambios en la licitación

Para los escenarios puros se considera que las variables calculadas para el proyecto se mantienen sin variaciones durante los años que dura del proyecto.

Para los escenarios optimistas se considera que el precio del combustible, el precio del compost y el valor del ahorro municipal por tonelada tratada varían de forma que afecten positivamente al proyecto.

Para los escenarios pesimistas se considera que el precio del combustible, el precio del compost y el valor del ahorro municipal por tonelada tratada varían de forma que afecten negativamente al proyecto

La tabla 8.33 muestra las consideraciones para la evaluación:

Tabla 8.33 – Consideraciones para evaluación de escenarios

| Escenario | Valor ahorro por tonelada dispuesta | Precio Compost | Precio Combustible |
|---|--|----------------------------|---|
| Escenario 1: Escenario Puro sin cambios en la licitación | No se evalúa | No varía | No varía |
| Escenario 2: Escenario Optimista sin cambios en la licitación | No se evalúa | Asciende anualmente un 2% | Los datos proyectados descienden un 10% |
| Escenario 3: Escenario Pesimista sin cambios en la licitación | No se evalúa | Desciende anualmente un 2% | Los datos proyectados se ascienden un 10% |
| Escenario 4: Escenario Puro con cambios en la licitación | No varía | No varía | No varía |
| Escenario 5: Escenario Optimista con cambios en la licitación | Asciende anualmente un 2% | Asciende anualmente un 2% | Los datos proyectados descienden un 10% |
| Escenario 6: Escenario Pesimista con cambios en la licitación | Desciende anualmente un 2% | Desciende anualmente un 2% | Los datos proyectados se ascienden un 10% |

Fuente: Elaboración Propia

8.5.6 Alcances en la evaluación

Se consideran los siguientes alcances para la evaluación económica.

1. Se consideran los precios sociales para la evaluación
2. No se consideran los cambios de equipos tecnológicos ni muebles por su vida útil.
3. Se asume factibilidad de instalación de conexión a alcantarillado y alumbrado público.

8.5.7 Evaluación de escenarios

Los cálculos realizados se muestran en Anexo T.

Tabla 8.34 - Resultados de escenarios

| Escenario | Variables: | | Indicador | | Resultado |
|---|-------------------------------|--------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Escenario 1: Escenario Puro sin cambios en la licitación | Precio Compost | Se mantiene | VANS | \$-96.615.000 | No deseable |
| | Ahorro por tonelada | No se evalúa | TIRS | -2% | |
| | Proyección del combustible | Se mantiene | | | |
| Escenario 2: Escenario Optimista sin cambios en la licitación | Precio Compost | +2% anual | VANS | \$-71.919.876 | No deseable |
| | Ahorro por tonelada | No se evalúa | TIRS | 0% | |
| | Proyección del combustible | -10% en la proyección | | | |
| Escenario 3: Escenario Pesimista sin cambios en la licitación | Precio Compost | -2% anual | VANS | \$-118.650.631 | No deseable |
| | Ahorro por tonelada | No se evalúa | TIRS | -4% | |
| | Proyección del combustible | +10% en la proyección | | | |
| Escenario 4: Escenario Puro con cambios en la licitación | Precio Compost | Se mantiene | VANS | \$232.641.608 | Deseable |
| | Ahorro por tonelada | Se mantiene | TIRS | 24% | |
| | Proyección del combustible | Se mantiene | | | |
| Escenario 5: Escenario Optimista con cambios en la licitación | Precio Compost | +2% anual | VANS | \$292.829.915 | Deseable |
| | Ahorro por tonelada | +2% anual | TIRS | 27% | |
| | Proyección del combustible | -10% en la proyección | | | |
| Escenario 6: Escenario Pesimista con cambios en la licitación | Precio Compost | -2% anual | VANS | \$178.929.961 | Deseable |
| | Ahorro por tonelada | -2% anual | TIRS | 21% | |
| | Proyección del combustible | +10% en la proyección | | | |

Fuente: Elaboración Propia

9 Conclusiones y recomendaciones

Anualmente se generan mas de 5800 m³ de residuo proveniente de ferias, cementerios y podas municipales de la ciudad de Quillota. De este total un aproximadamente un 70% corresponde a los residuos provenientes de la feria Sargento Aldea y la feria Mayorista Serrano, residuos en su mayoría orgánicos. El flujo de residuos provenientes de las ferias no es constante, debido a los cambios de temporada, en donde en temporada alta los residuos generados aumentan al doble para el caso de la feria Sargento Aldea y casi al triple para el caso de la feria Mayorista Serrano. En cementerios los flujos se mantienen constantes.

Del proceso de compostaje se obtiene un total de 1311,88 m³ de compost del flujo de residuos que ingresan el primer año de operación, estos se evalúan en \$31.672.414. Esta producción equivale a un 33% de los requerimientos anuales de compost de las tierras de los agricultores pertenecientes al PRODESAL. Al proyectar el flujo de entrada de residuos, se obtiene en sumatoria un total de 13.698,43 m³ de compost en el horizonte del proyecto que se evalúan en \$330.719.183.

El compostaje permite transformar la totalidad de estos residuos en un producto aplicable al tratamiento de suelos. En vista al pequeño volumen semanal de residuos procesados, la mejor técnica de compostaje a aplicar es la semi mecanizada con las pilas a cielo descubierto, por los bajos costos operacionales asociados al control del proceso.

El proyecto se vuelve deseable solamente si existe un cambio en la licitación actual con la empresa Santa Teresita, ya sea para cada uno de los escenarios evaluados bajo el supuesto de un cambio en la licitación.

Al analizar las variables de forma independiente se tiene que la variable del precio de combustible no tiene mayor incidencia sobre el VANS del proyecto. En el presente proyecto esto se debe a que la ubicación de la planta de compostaje se encuentra cercana a las fuentes generadoras de residuos. El mayor costo que posee el proyecto es el capital humano, son \$31.481.609 evaluados en costo social que supera más de 70 veces el costo de combustible (comparando el primer año).

Al realizar un análisis de sensibilidad de forma independiente ante la variable del ahorro municipal por tonelada tratada se tiene que esta puede tener un valor mínimo de \$7355,13 para que el VANS sea 0 y el proyecto siga siendo deseable. Esto solo si se toma en consideración que el precio del compost y combustible no varían. Cabe mencionar que se prevé que los costos por tonelada tratada en la Empresa Santa Teresita aumentaran debido a que este año se consolidaron como Relleno Sanitario, por lo tanto, sus costos operacionales subirán.

Se recomienda hacer un cambio en la licitación con la empresa Santa Teresita, debido a que es el único modo en que un proyecto social para el tratamiento de residuos pueda materializarse. Una vez que tengan la nueva licitación evaluar la posibilidad de ejecutar este proyecto y analizar si es posible adicionar nuevas variables al estudio, como la entrega del producto en el predio del agricultor, esto implica un costo más en combustible y horas hombre,

pero también genera un beneficio social cuantificable monetariamente al evaluar el ahorro de tiempo y viaje de los agricultores al ir a buscar el material a la planta.

10 Bibliografía y fuentes Web

[Andersen&Boldrin10] Andersen, Jacob. Boldrin, Alessio. Quantification of Greenhouse Gas Emissions from Windrow Composting of Garden Waste. Journal of Environmental Quality. Denmark, Sweden, 2010.

[Asquer13] Asquer, Carla. Characterization of fruit and vegetable wastes as a single substrate for the anaerobic digestion. Italia, 2013. p. 3. (disponible vía web en http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol12/no11suppl/24_Asquer_13.pdf)

[Baeza09] Baeza, Rodrigo. Fiscalizan cierre de granja de compostaje. El Mercurio de Valparaíso. Valparaíso, Chile, 2009. (disponible vía web en: http://www.mercuriovalpo.cl/prontus4_noticias/site/artic/20090213/pags/20090213002103.html)

[Bakx16] Bakx, Will. Session 8: Composting Site - Water Management. US Composting Council. 2016. (disponible vía web en: <http://compostingcouncil.org/wp/wp-content/uploads/2016/03/8-Water-Management-DRAFT-3-3-16.pdf>)

[Barrow06] Barrow, Christopher. Environmental Management for Sustainable Development. Reino Unido: Routledge, 2006.

[Bollo03] Bollo, Enzo. Lombricultura una alternativa de reciclaje. Quito, Ecuador: Neocodice, 2003.

[BCN13] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental. Chile, 2013. Artículo 26. (disponible vía web en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053563>)

[Castillo98] Castillo, Eduardo Buroz. La Gestión Ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Caracas: Fundación Polar, 1998.

[Cariello07] Cariello, María. Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. Entre Ríos, Argentina, 2007. (disponible vía web en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/rcsuelo/v7n3/art03.pdf>)

[CIMA07] CIMA Ingeniería. Análisis de la Eficiencia Energética en el transporte Interurbano de Carga. Santiago, 2007. p. 72.

[CONAMA10] CONAMA. Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile. Chile, 2010.

[Dorney89] Dorney, Robert S. The Professional Practice of Environmental Management. New York: Springer-Verlag New York, 1989.

[EGMASA] EGMASA. Use el compost: en agricultura, viveros y paisajismo. Andalucía, España: Junta de Andalucía.

[EnvironmentCanada13] Environment Canada. Technical Document on Municipal Solid Waste Organics Processing, 2013. p. 1-5.

- [Espín03] Espín, Neyda. La biotecnología en la revalorización de desechos agroindustriales. 2003. (disponible vía web en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/ecuador10/biot.pdf>)
- [Fontaine08] Fontaine, Ernesto. Evaluación social de proyectos. México: Pearson. p. 569-597.
- [Gautam10] Gautam, S.P. Composting of Municipal Solid Waste of Jabalpur City. India: IDOSI Publications, 2010.
- [GORE17] Gobierno Regional de Valparaíso. FNDR (Fondo Nacional de Desarrollo Regional). Chile, 2017. (disponible vía web en <http://www.gorevalparaiso.cl/fndr.php>)
- [Haug93] Haug, R.T. The Practical Handbook of Compost Engineering. Florida: Lewis Publishers, 1993.
- [Hoornweg&Bhada-Tata12] Hoornweg, Daniel. Bhada-Tata, Perinaz. WHAT A WASTE: A Global Review of Solid Waste Management. Barcelona: The World Bank, 2012.
- [Jolly78] Jolly, V. The concept of environmental management. Suiza, 1978.
- [Kranert09] Kranert, Martin. Energy or compost from green waste? – A CO₂ – Based assesment. ELSEVIER: Germany, 2009. (disponible vía web en: https://www.researchgate.net/profile/Christian_Bruns/publication/38074064_Energy_or_compost_from_green_waste_A_CO2_-_Based_assessment/links/565880fd08ae1ef9297dccab.pdf?origin=publication_detail)
- [Leroy06] Leroy, Ben. The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield. Bélgica, 2006.
- [Márquez08] Márquez, Pedro. Factores que afectan al proceso de Compostaje. Universidad de Huelva, Facultad de Ciencias Experimentales. Sevilla, España.
- [MDS17] Ministerio de Desarrollo Social. Precios Sociales 2017. Chile, 2017. (disponible vía web en <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precios-sociales-vigentes-2017/?wpdmdl=2392>)
- [MDS13] Ministerio de Desarrollo Social. Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales. Chile, 2013. p.62. (disponible vía web en <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/valorizacion-de-residuos/?wpdmdl=905>)
- [MQ17] Municipalidad de Quillota. Capítulo 1 Memoria: Etapa 4 Diseño Definitivo del Plan. Valparaíso, Chile, 2017. p.50. (disponible vía web en http://prcquillota.cl/?smd_process_download=1&download_id=735)
- [MUNIZAPALLAR] Transparencia Municipal. Decreto Alcaldía N° 1318. Chile, 2016. (disponible vía web en <http://www.munizapallar.cl/transparencia/files/2016/decretos/1318.pdf>)
- [Negro00] Negro, M.J. Producción y gestión del compost. Toledo, España, 2000. p. 1-2.
- [Newtenberg01] Newtenberg. Manual de Compostaje Casero. Chile: Sistema Nacional de Información ambiental (SINia), 2001.

[Oviedo14] Oviedo, Edgar. Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje de biorresiduos de origen municipal. Mexico, 2014. (disponible vía web en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000100008 visitada en enero de 2017).

[OviedoR12] Oviedo, Ricardo. Perspectiva de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales. Un enfoque desde lo Global a lo Local. Colombia. 2012.

[Palmero10] Palmero, Rafael. Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones. España, 2010. p. 12.

[QUILLOTA17] Quillota Transparencia Activa. Escala de Sueldos y Asignaciones Municipales de Quillota año 2017. Chile. 2017. (disponible vía web en https://www.quillota.cl/web/transparencia/?page_id=965)

[Roben02] Roben, Eva. Manual de Compostaje para Municipios. Loja, Ecuador: DED, 2002. p. 28.

[Roman13] Roman, Pilar. Manual de Compostaje del Agricultor, experiencias en América Latina. Santiago, Chile: FAO, 2013.

[SAG14] Servicio Agrícola y Ganadero. Agricultura orgánica nacional bases técnicas y situación actual. Chile, 2014.

[SII03] Servicio de Impuestos Internos. Nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado. Chile, 2003. (disponible vía web en http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm)

[SUBDERE17] Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Características del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Chile, 2017. (disponible vía web en <http://www.subdere.cl/documentacion/caracter%C3%ADsticas-del-fondo-nacional-de-desarrollo-regional-fndr>)

[SUBDERE16] Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. FNDR: Ejecución presupuestaria Diciembre 2016. Chile, 2016. (disponible vía web en <http://www.subdere.gov.cl/documentacion/fndr-ejecucion-presupuestaria-diciembre-2016pdf>)

[Tapia06] Tapia, Miguel. Agricultores sufren otra contaminación: ahora es planta de compostaje ESVAL Zona Impacto. Valparaíso, Chile, 2006. Disponible en: <http://www.zonaimpacto.cl/202/agricultores-sufren-otra-contaminacion-ahora-es-planta-de-compostaje-esval.html>

[UR12] University of Rochester. Chipping towards a sustainable Future. New York, 2012. <http://rochester.edu/sustainability/gogreen/chipper.html>.

11 Anexos

A. Entrevistas

A.1 Entrevista a encargado de podas municipales

MARÍA ANGÉLICA FIGUEROA DONOSO
Jefa Oficina de Áreas Verdes y Paisajismo
Unidad de Áreas Verdes y Paisajismo
1 de Septiembre de 2016

PREGUNTAS SOBRE EL ENTREVISTADO

Estimada María Angélica, ¿qué profesión posee?

¿Cuál es el cargo que desempeña en la unidad? ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo este cargo?

“Soy Ingeniera Agrónoma de la Universidad Católica de Valparaíso”

Preguntas generales sobre unidad de paisajismo y áreas verdes

¿Cuál es la función que debe ejercer esta unidad?

“Estuve 10 años trabajando en el servicio Agrícola ganadero, tengo experiencia en evaluación y preparación de proyectos. Ahora soy la Jefa de Oficina de Áreas Verdes y Paisajismo, ya llevo trabajado 18 años en la municipalidad de Quillota.”

Preguntas específicas sobre las podas municipales

Según su experiencia, ¿Cuáles son las fechas en que se realizan las podas municipales?

¿Existe variación en las fechas durante los años? ¿Cuáles son los factores que producen estos cambios?

“Eso depende, ya que existen dos tipos de Podas: 1.- Podas de formación y 2.- Podas de Mantención. La poda de mantención se realiza por seguridad. Estas se planifican con un año de anterioridad. Estas planificaciones pasan por evaluaciones técnicas. Normalmente son efectuadas a mediados de Abril hasta fines de Agosto o principios de Septiembre”

¿Cuál es el proceso que se debe seguir para llevar a cabo las podas municipales?

“Primero que todo en terreno se visualiza el lugar y en base a eso se realizan informes técnicos y de emergencia, dando prioridad a la seguridad ciudadana. Se realiza un registro de fotos del lugar para luego ingresarlo a la base de datos”

¿Administra algún grupo que se encargue de realizar las podas municipales? Si la respuesta es asertiva, ¿Cuántos grupos o cuadrillas posee a su disposición? ¿Cuántas personas componen a cada cuadrilla? ¿Qué cargos posee cada integrante de la cuadrilla?

“La empresa a cargo del desarrollo de las podas se hace mediante licitaciones. Internamente se gestionan las cuadrillas, en donde gran parte de ellas llevan un checklist para administrar. Se realizan las órdenes de trabajo. Existe un ciclo de mantención para la realización de las podas.”

Las Cuadrillas se pueden diferenciar en un Grupo Masivo, grupo semanal y el grupo de fin de semana.

“El Grupo Masivo es administrado por un capataz, estos realizan las actividades en las zonas obligatorias, poblaciones 1 y 2, van rotando.

Para el grupo semanal voy asignando las tareas de acorde a las eventualidades al igual que el grupo de Fin de Semana quienes también deben estar atentos a los días Festivos según alguna eventualidad, pero principalmente se enfocan en dejar la ciudad limpia.

También existe una Cuadrilla de riego quienes están activos en los horarios de 6 pm a 10 am”

¿Realiza planificación sobre las rutas de poda?

“Si. Rutas planificadas, rutas poblacionales, para corte de pasto. Rutas para mantención de plazas, avenidas como Avenida Condell, Parques, entre otras”

¿En qué tipo de transporte retiran las podas municipales?

“En Camiones ¾”

¿Dónde disponen esos residuos? Si dan alguna utilidad a los residuos ¿En que los utilizan?

“En el Parque Aconcagua. Se Chipea, se moja, se incorpora al vivero”

Según su experiencia, y hablando de cantidades aproximadas de residuos generados, ¿Cuántos residuos se generan por cada poda realizada? Si no posee el dato, ¿Cuántos vehículos se necesitan para retirar todos los residuos?

“Se retiran 4 camionadas al día, 2 camionadas en la mañana y 2 en la tarde, esto se repite 4 días a la semana. Desconozco las medidas del camión para hacer el cálculo de residuos”

A.2 Entrevista a Ruth Torres

RUTH ANA TORRES HERNANDEZ
FERIANTE
FERIA SARGENTO ALDEA
25 de Agosto de 2016

Estimada Ruth, hablemos de sus inicios en el comercio agrícola.

“Antes trabajaba en otras cosas, entre ellas trabajando de manera informal por mucho tiempo con un triciclo para desplazarme. Y eso cambio a medida en que ingrese a los FOSIS¹⁵ que ofrece el gobierno, para emprender con el negocio que llevo actualmente.”

¿En qué programas ha participado?

“Entre los programas en que participe, el primero de ellos fue el FOSIS, en el cual se me dieron diferentes capacitaciones de gestión de negocios, emprendimiento, entregando los conocimientos básicos de como uno puede lograr el éxito en cuanto a negocio para poder surgir. Luego de eso venían dos FOSIS mas en el que solamente podían optar aquellas personas que estaban realmente interesadas para sacar adelante sus proyectos. En este caso las entidades a cargo de estos programas tuvieron la creencia en mí, pudiendo así formalizarme en el negocio, dejando el triciclo para instalar un nuevo negocio. Yo necesitaba esta capacitación para poder tener el logro que tengo hoy en día, porque en esos momentos yo no sabía cómo enfrentar los problemas.”

Explíquenos ¿Cómo inicio su proyecto luego de participar en los programas de FOSIS?

“Este negocio es mi primer proyecto, y como pueden observar es de frutas y verduras, el cual data del 15 de septiembre del año 2003, siendo un negocio completamente formalizado, en donde ya no trabajo de manera independiente; pago IVA y las patentes todos los meses, cosa que no hacía antes producto de trabajar de manera informal. Estas son oportunidades que a medida que transcurrió el tiempo se fueron dando y me permitieron crecer e integrarme en este negocio, pudiendo aspirar a tener mi propio camión, y mi propia clientela a la cual atiendo día a día.”

¿Cómo varía la comercialización de frutas y verduras en las diferentes temporadas del año?

“En invierno nosotros comercializamos en gran parte todo lo que viene del norte, específicamente Arica. Ellos son los grandes productores que a nosotros nos abastecen de todos los productos. Al ser productos del norte no tienen, como decirlo, no tienen ese sabor que caracteriza a muchos productos de acá, pero si poseen salinidad lo que les permite tener mucha durabilidad en el mercado. En el caso del verano, compramos los productos a campesinos de la zona, por lo que hay mucha competencia y los productos son mucho más baratos, lo que provoca que se vendan mucho más rápido, al contrario en el invierno que son

¹⁵ FOSIS: Fondo de Solidaridad e Inversión Social

un mucho más caros y se venden en menor cantidad comparado al verano. En meses como Junio y Julio, considerados como pleno invierno tenemos muy pocos productos ya que por lo general estos provienen de cámaras de frío, así que ya mas menos en septiembre se da inicio a la temporada alta, en donde productos como las habas empiezan a salir y nos garantizan el éxito.”

Estimada Ruth, solo nos ha hablado de las temporadas de invierno y verano. ¿Qué nos puede decir del comportamiento de la comercialización de frutas y verduras en primavera y otoño?

“Primavera y Otoño tienen un comportamiento muy similar a lo que es invierno, en el año solo existe un gran cambio en Verano porque la comercialización de frutas y verduras proviene de los productores de la zona.”

En el año que tipos de producto comercializa, ¿estos varían según la temporada?

“Si, varían. En invierno nosotros comercializamos frutas como el plátano, kiwi, manzana, naranja, limón, por lo general productos cítricos. En cambio, en verano se comercializa más el durazno, sandía, melón, damasco. En verano es mucho más la variedad de frutas en el mercado y también algunas tienen mejor sabor y son más frescos en el verano que en el invierno, como es el caso del tomate.”

¿Existe una variación de residuos generados en las distintas temporadas?

“En cuanto a cantidades en invierno, son menos las mermas porque la cantidad de fruta dura más en invierno que en verano, puede ser por factores como el calor, o productos que son salinos tienen mayor durabilidad. En el verano tenemos muchos más mermas porque el producto dura menos. En verano son mayores las mermas, ya que significa que los productos están más frescos, y hay muchas variedades de productos como los inorgánicos.”

¿Nos podría ejemplificar esta variación?

“Si. Si hablásemos en kilos, de 2000 kg botaríamos unos 150 kg cada 15 días en invierno. Las ventas varían por cada mes, por lo tanto las mermas varían y dependen de ellos. Es por esto que doy un rango solamente de 15 días.”

¿Y en verano?

“En el verano tendríamos 4000 kg, ya que la sandía pesa mucho más. El camión que tengo tiene una capacidad de 4000 kg. De los 4000 kg, 400 kg serían de merma en verano cada 15 días.”

Para dar por finalizada la entrevista, señora Ruth ¿Usted estaría dispuesta a colaborar separando sus residuos orgánicos para colaborar con nuestro proyecto?

“Si. De hecho, ya he estado colaborando con unos chicos que pusieron unos tachos para residuos orgánicos unos puestos más allá”

Figura 11.1 - Local "Donde la Ruth"



Fotografía local "Donde la Ruth", Feria Sargento Aldea. Fuente Propia

A.3 Entrevista a Manuel Aránguiz

MANUEL ARANGUIZ
Feriante y actual Tesorero de la Feria Mayorista Serrano
Feria Mayorista Serrano
25 de Agosto de 2016

Preguntas sobre el entrevistado

¿Estimado Manuel, que cargo desempeña en la Feria Mayorista Serrano?

“En la actualidad trabajo en la administración de la Feria Mayorista Serrano, específicamente en el cargo de Tesorero, el cual es un cargo que se rota entre algunos feriantes cada 3 años”.

¿Ejerce alguna actividad relacionada al comercio agrícola?

“Sí, también soy feriante y poseo un local en la Feria de al lado (Feria Sargento Aldea). Llevo cerca de 35 años trabajando en este rubro”.

Preguntas sobre la Feria Mayorista Serrano

En cuanto a la Feria Mayorista Serrano, ¿En qué se diferencia de la Feria Sargento Aldea?

“Bueno, como su nombre lo indica es una feria que se dedica a la venta al por mayor. Por lo general el público que acude realiza sus compras lo más tempranamente posible, lo que ocasiona que muchos feriantes cesen sus actividades a mitad del día (12:00 a 13:00 app), al contrario de la feria vecina que, al estar dedicada a todo tipo de público, el cliente tiende a realizar sus compras durante diversas horas del día.

“En cuanto a la estructuración de la feria, esta cuenta con 120 locales, de los cuales aproximadamente el 50% de ellos se encuentran activos. Alguno que otro local se ocupa como bodega por algunos feriantes. Estos locales son arrendados.”

En vista a la gran cantidad de locales que se encuentran en funcionamiento, ¿Usted maneja la cantidad de residuos que puede generar cada local o la feria en su totalidad?

“Mira, eso podrías preguntárselo a Claudio Villanueva, que se encarga de velar por la limpieza de la Feria. Desconozco cuanto desecho se genera, pero puedes sacar un cálculo aproximado dirigiéndote al patio trasero de la Feria. Ahí disponemos de todos los desechos que se generan durante el día, y son retirados por la empresa Santa Teresita.”

Según su perspectiva a modo de feriante, ¿Puede indicarnos si observa alguna diferencia en la generación de residuos a través de las estaciones del año?

“Si se puede observar una gran diferencia, especialmente en la estación de verano respecto a las otras 3. En verano por ejemplo se comercian grandes cantidades de fruta, las cuales tienen un tiempo de caducidad bastante corto respecto a las verduras, y más cuando hay bastante calor. El clima es un factor que provoca que se desechen grandes cantidades de productos que ya no cumplen con el estándar de calidad. Puedo decir que, en comparación a

las estaciones de invierno, otoño y primavera, en verano se puede llegar a desechar fácilmente casi el doble o triple”.

¿A lo largo de los años han tenido problemas con los residuos generados?

“Sí, muchas veces, especialmente en verano que es cuando más se generan desechos. La cantidad de desechos que se generan sobrepasan la capacidad de los tarros que disponemos en el patio trasero. A esto agregamos que en varias ocasiones la empresa a cargo del retiro no pasa a buscar los desechos, siendo imposible mantener los desechos generados para el otro día, ya que se juntarían con la cantidad de desechos generados al día siguiente. En esos casos acudimos a otras entidades para que nos retiren los desechos, pero no debería ser el caso, ya que la empresa debería estar en su obligación retirar los desechos.”

Don Manuel, para dar por finalizada la entrevista ¿Ustedes estarían dispuestos a colaborar con la separación de residuos orgánicos?

“Es una idea súper buena, sobre todo si se hiciesen cargo de los desechos generados. El único problema es que no creo que los feriantes estén de acuerdo en separar sus desechos. Muchos de ellos ya están bastante cansados luego de dar término a su jornada laboral y no creo que estén dispuestos a realizar un trabajo más, aparte del que ya realizan. Pero en cuanto al retiro de los desechos, cuentan con nuestro apoyo y habría que ver qué alternativas pueden darse para la separación de los desechos”.

B. Cuantificación de residuos

B.1 Cuantificación de residuos en Feria Sargento Aldea

Consideraciones

Las celdas marcadas de color celeste corresponden a locales que no tienen uso, que no comercian productos vegetal ni frutal y con nula presencia de residuos. Las celdas marcadas de color naranja corresponden a los feriantes que utilizan sus residuos o los donan a agricultores.

Existen locatarios que cooperan entre sí y son considerados como uno solo para el cálculo, como es el caso de los locales 32, 33, 34 y 35. Este tipo de locales comparten los recipientes de basura.

Tabla 11.1 - Cuantificación día miércoles 27 de Julio

| Día Miércoles 27 de Julio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|----------|----|---|
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | | |
| | 20 | 8 | | 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | | 2 | | 0 | 1 | 4 | | 2 | | | 0 | | 0 | | |
| | 60 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 80 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | |
| | 100 | 0 | | 0 | | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | 0 | | |
| | 200 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 15 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | Total por Local | 160 | | 40 | | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 60 | 20 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 20 | 0 | 60 | | 40 | | 100 | 20 | 80 | 40 | | 200 | | 160 | | | | |
| | Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Volumen de Recipiente (litros) | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | |
| | | 20 | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 60 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | 80 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 100 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | | 200 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 15 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Total por Local | | | 0 | 0 | 20 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 300 | 100 | 120 | 600 | 600 | 225 | 200 | 40 | 200 | 10 | 20 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | | |
| Total generado | 3635 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.2 - Cuantificación día Jueves 29 de Julio

| Día Jueves 28 de Julio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|----|----|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|----------|----|
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 20 | 8 | | | 2 | | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | | 0 | | 1 | 0 | 2 | | 2 | | 0 | 1 | | | | | | | 0 | |
| 60 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 80 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 100 | 0 | | | 0 | | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | 0 | |
| 200 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Total por Local | 160 | | | 40 | | 0 | 50 | 10 | 0 | 60 | 40 | 40 | 20 | 0 | 0 | 0 | 100 | 20 | 0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 100 | 20 | 100 | 20 | 60 | 20 | 200 | 200 | 160 | | |
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 20 | | | | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 60 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 80 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 100 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0 |
| 200 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | | | | 0 | 0 | 40 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 | 400 | 100 | 140 | 600 | 600 | 225 | 200 | 40 | 200 | 10 | 20 | 0 | 0 | 50 | 50 | 100 | 0 | |
| Total generado | 3735 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.3 - Cuantificación día viernes 29 de Julio

| Día Viernes 29 de Julio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|----|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|------------|-----------|------------|----------|----|
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 20 | 9 | | 2 | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | | | 0 | 1 | 0 | 3 | | 2 | | 0 | 1 | 4 | | | | | | | |
| 60 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 100 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | | 0 |
| 200 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | 180 | | 40 | | 0 | 50 | 20 | 0 | 60 | 20 | 40 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 20 | 0 | 60 | | 40 | | 100 | 20 | 80 | | 40 | | 200 | | 160 | | |
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 20 | | | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 1 | 0 | 0 |
| 200 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | | | 0 | 0 | 40 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 500 | 100 | 80 | 400 | 600 | 375 | 200 | 40 | 200 | 20 | 20 | 0 | 100 | 50 | 100 | 0 | |
| Total generado | 3805 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.4 - Cuantificación día sábado 30 de Julio

| Día Sábado 30 de Julio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|----|----|-----------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|----|
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 20 | 10 | | | 2 | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | | 4 | | 0 | 1 | 5 | 3 | | | | | 0 |
| 60 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 100 | 0 | | | 0 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 200 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | 200 | | | 40 | | 0 | 100 | 20 | 0 | 60 | 40 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 100 | 20 | 0 | 60 | 60 | 60 | 375 | 200 | 40 | 300 | 40 | 20 | 0 | 100 | 100 | 100 | 160 | |
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 20 | | | | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 60 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 200 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | | | | 0 | 0 | 40 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 600 | 100 | 160 | 600 | 600 | 375 | 200 | 40 | 300 | 40 | 20 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | |
| Total generado | 4755 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.5 - Cuantificación día Lunes 01 de Agosto

| Día Lunes 01 de Agosto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|----|----|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|----------|----|
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 20 | 5 | | | 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | | 3 | | 0 | 1 | 1 | | | | | | 0 | |
| 60 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 80 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 100 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 200 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 15 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Total por Local | 100 | | | 40 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 50 | 20 | 0 | 40 | 40 | 60 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 | 100 | 50 | 100 | | |
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| 20 | | | | 0 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0.5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 | 1 | 0 | 0 |
| 200 | | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | | | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | | | | 0 | 0 | 20 | | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 200 | 100 | 40 | 400 | 400 | 375 | 200 | 40 | 400 | 10 | 20 | 0 | 100 | 50 | 100 | 0 | |
| Total generado | 2905 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.6 - Cuantificación día martes 02 de Agosto

| Día Martes 02 de Agosto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|----|-----------|----|----|----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|----------|------------|----------|----|
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 20 | 6 | | 2 | | | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | 2 | | 0 | 1 | 2 | | 1 | | | 0 | | 0 |
| 60 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | | 0 |
| 80 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | | 2 |
| 100 | 0 | | 0 | | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 1 | 0 | 0 | | 0 | | | 1 | | 0 |
| 200 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | | 0 |
| 15 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | | 0 |
| Total por Local | 120 | | 40 | | | 0 | 100 | 40 | 0 | 60 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 20 | 0 | 20 | | 40 | | 100 | 20 | 40 | 20 | 20 | 0 | 100 | | 160 | | |
| Local | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Volumen de Recipiente (litros) | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 200 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total por Local | | | | | | 0 | 40 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 400 | 100 | 100 | 600 | 600 | 375 | 200 | 40 | 200 | 20 | 20 | 0 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | |
| Total generado | 3575 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

B.1.1 Variación en la generación de residuos en Feria Sargento Aldea

En la tabla 11.7 se encuentra el listado de los 66 locales con sus correspondientes respuestas. Cada respuesta indica la variación de la generación de residuos en temporada alta respecto a la temporada baja. Los locales que están marcados en celeste reutilizan sus residuos o los donan a otras entidades, mientras que los marcados en naranja raramente generan residuos.

Tabla 11.7 - Variación de residuos para cada local

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| <i>Locatario</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <i>Variación</i> | 2 | | 2 | | | - | 1,5 | 2 | - | | 2 | 2 |
| <i>Locatario</i> | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23-A |
| <i>Variación</i> | 2,5 | - | - | | 1,5 | | | - | 2 | | 3 | |
| <i>Locatario</i> | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| <i>Variación</i> | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | | | 2 | | | |
| <i>Locatario</i> | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| <i>Variación</i> | - | - | 2 | - | 5 | - | - | - | - | - | 2 | 2 |
| <i>Locatario</i> | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 |
| <i>Variación</i> | 2 | 1 | 2,5 | 2 | 2 | 1,5 | 3 | 2 | | | 2 | 1 |
| <i>Locatario</i> | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | | | | | |
| <i>Variación</i> | 1 | - | - | 2,5 | 1 | 1 | 2 | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Calculando la media de las variaciones se obtiene que en temporada alta los locatarios generan el doble de residuos en comparación a lo generado en temporada baja.

B.2 Cuantificación de residuos en Feria Mayorista Serrano

Los datos obtenidos de la tabla 11.8 fueron obtenidos en las visitas realizadas a la feria Mayorista Serrano desde el 27 Julio de 2016 hasta el 2 de Agosto de 2016.

Tabla 11.8 - Generación de residuos diaria en Feria Mayorista Serrano

| Detalle | Lunes | Martes | Miercoles | Jueves | Viernes | Sábado | Promedio |
|----------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|----------|
| Recipientes | 10 | 13 | 12 | 16 | 15 | 19 | 14 |
| Total Litros | 2000 | 2600 | 2400 | 3200 | 3000 | 3800 | 2833 |
| Total m ³ | 2,00 | 2,60 | 2,40 | 3,20 | 3,00 | 3,80 | 2,83 |

Fuente: Elaboracion Propia

Para la variación estacional de residuos en la Feria Mayorista Serrano se tiene que en temporada alta se utiliza la capacidad total de recipientes de forma diaria, estos corresponden a 45 recipientes de 200 litros.

C. Flujo semanal sin reducción y con reducción

C.1 Primer año de operación

En la tabla 11.9 se presenta el volumen semanal generado a lo largo del año; estos flujos representan a los residuos que aún no han sido reducidos por la chipeadora.

En la tabla 11.10 se presentan los flujos que han sido reducidos por la chipeadora. Solamente se reducen los residuos provenientes de ambos cementerios y de las podas municipales. La reducción de los residuos es de un 75% aproximadamente, y se obtuvo en base a la experiencia de trabajadores que usan chipeadoras industriales [UR12].

Es necesario presentar ambas tablas de datos con la finalidad de diferenciar las etapas de recolección de residuos e ingreso de residuos al sistema, esto debido a que el volumen de residuos recolectados difiere con el volumen de residuos que ingresan al sistema. Los residuos provenientes de los cementerios y podas municipales son chipeados, por lo cual reducen su volumen.

Tabla 11.9 - Flujo de residuos sin reducción (en metros cúbicos)

| Semana | Flujo por semana | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Feria Serrano | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 |
| Feria S. Aldea | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 |
| Cementerio Mayaca | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 |
| Cementerio Boco | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 |
| Podas Municipales | - | - | - | - | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Total | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Feria Serrano | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 |
| Feria S. Aldea | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 |
| Cementerio Mayaca | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 |
| Cementerio Boco | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 |
| Podas Municipales | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Total | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 | 134,876 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Feria Serrano | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 |
| Feria S. Aldea | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 |
| Cementerio Mayaca | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 |
| Cementerio Boco | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 |
| Podas Municipales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 | 70,876 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Feria Serrano | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| Feria S. Aldea | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 |
| Cementerio Mayaca | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 | 21,84 |
| Cementerio Boco | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 |
| Podas Municipales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 | 140,19 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.10 - Flujo de residuos con reducción (en metros cúbicos)

| | Flujo por semana | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Feria Serrano | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 |
| Feria S. Aldea | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 |
| Cementerio Mayaca | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 |
| Cementerio Boco | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 |
| Podas Municipales | - | - | - | - | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Total | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 |
| | Flujo por semana | | | | | | | | | | | | |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Feria Serrano | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 |
| Feria S. Aldea | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 |
| Cementerio Mayaca | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 |
| Cementerio Boco | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 |
| Podas Municipales | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Total | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 | 68,201 |
| | Flujo por semana | | | | | | | | | | | | |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Feria Serrano | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 | 19,831 |
| Feria S. Aldea | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 | 26,145 |
| Cementerio Mayaca | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 |
| Cementerio Boco | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 |
| Podas Municipales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 | 52,201 |
| | Flujo por semana | | | | | | | | | | | | |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Feria Serrano | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| Feria S. Aldea | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 | 52,29 |
| Cementerio Mayaca | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 | 5,46 |
| Cementerio Boco | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 | 0,765 |
| Podas Municipales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 | 121,515 |

Fuente: Elaboración Propia

C.2 Flujos proyectados

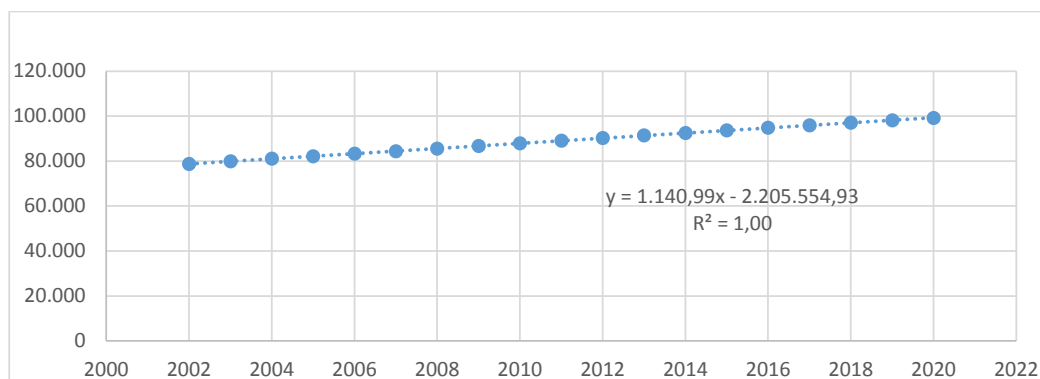
Para proyectar los flujos es necesario en primera instancia poseer la proyección de la población de la Ciudad de Quillota. Para obtener la proyección de la población de la ciudad de Quillota se utilizará como base las proyecciones realizadas por el INE. El INE proyecta los datos obtenidos en el periodo 2002 – 2012 para estimar la población hasta el año 2020.

Tabla 11.11 - Proyección del INE habitantes de la ciudad de Quillota

| Año | Cantidad de habitantes en la Ciudad de Quillota | Proyección INE habitantes de la Ciudad Quillota |
|------------|--|--|
| 2002 | 78.678 | |
| 2003 | 79.862 | |
| 2004 | 80.990 | |
| 2005 | 82.121 | |
| 2006 | 83.225 | |
| 2007 | 84.339 | |
| 2008 | 85.476 | |
| 2009 | 86.647 | |
| 2010 | 87.818 | |
| 2011 | 88.988 | |
| 2012 | 90.169 | |
| 2013 | | 91.327 |
| 2014 | | 92.482 |
| 2015 | | 93.633 |
| 2016 | | 94.749 |
| 2017 | | 95.852 |
| 2018 | | 96.948 |
| 2019 | | 98.022 |
| 2020 | | 99.063 |

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>

Al evaluar el modelo utilizado por el INE se puede concluir que se utilizó un modelo lineal en la proyección de los habitantes de la ciudad de Quillota. En la figura 11.2 se puede observar que la proyección posee un comportamiento lineal.

Figura 11.2 - Crecimiento demográfico Ciudad de Quillota

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>

Luego de obtener la ecuación de la recta correspondiente a la proyección se procede con la proyección de los datos de los años siguientes. La tabla 11.12 muestra la proyección de residuos hasta el año 2027 (horizonte del proyecto).

Tabla 11.12 - Proyección de la Población de Quillota

| Año | Población |
|------------|------------------|
| 2021 | 100.386 |
| 2022 | 101.527 |
| 2023 | 102.668 |
| 2024 | 103.809 |
| 2025 | 104.950 |
| 2026 | 106.091 |
| 2027 | 107.232 |

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene que en Chile por persona se producen 1,05 kg [CONAMA10] de residuos diarios, con este dato en conjunto con la proyección de la población en la ciudad de Quillota se puede calcular una estimación de los residuos generados en la ciudad de Quillota. La tabla 11.13 muestra la generación de residuos estimada para la ciudad de Quillota.

Tabla 11.13 - Residuos anuales generados (ton)

| Año | Residuos anuales generados (ton) |
|------|----------------------------------|
| 2018 | 37.155,32 |
| 2019 | 37.566,93 |
| 2020 | 37.965,89 |
| 2021 | 38.472,88 |
| 2022 | 38.910,17 |
| 2023 | 39.347,45 |
| 2024 | 39.784,73 |
| 2025 | 40.222,02 |
| 2026 | 40.659,30 |
| 2027 | 41.096,59 |

Fuente: Elaboración Propia

En la cuantificación realizada se tiene que es posible recolectar de ferias 3291,93 m³ de residuos orgánicos, 1294,8 m³ de residuos orgánicos provenientes de cementerios y 1280 m³ de residuos orgánicos provenientes de las podas municipales. Sobre estas fuentes se trabajará bajo el supuesto que los aumentos en la población y la actividad económica no afectan las variaciones de los flujos de residuos en cementerios y las podas municipales, por lo que se mantendrán constantes y se trabajará la proyección sobre los residuos de ferias. La tabla 11.14 muestra la proyección de los residuos recolectados.

Tabla 11.14 - Proyección de residuos recolectados e ingresados al sistema

| Año | Residuos anuales generados (ton) | Porcentaje de Aumento Acumulado | Proyección Residuos de Ferias (m ³) | Residuos Cementerios y Podas | Total de Residuos Recolectados | Total de Residuos Ingreso al Sistema |
|------|----------------------------------|---------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 2018 | 37.155,32 | - | 3291,93 | 2574,80 | 5866,73 | 3935,63 |
| 2019 | 37.566,93 | 1,01 | 3328,40 | 2574,80 | 5903,20 | 3972,10 |
| 2020 | 37.965,89 | 1,02 | 3363,75 | 2574,80 | 5938,55 | 4007,45 |
| 2021 | 38.472,88 | 1,04 | 3408,66 | 2574,80 | 5983,46 | 4052,36 |
| 2022 | 38.910,17 | 1,05 | 3447,41 | 2574,80 | 6022,21 | 4091,11 |
| 2023 | 39.347,45 | 1,06 | 3486,15 | 2574,80 | 6060,95 | 4129,85 |
| 2024 | 39.784,73 | 1,07 | 3524,89 | 2574,80 | 6099,69 | 4168,59 |
| 2025 | 40.222,02 | 1,08 | 3563,64 | 2574,80 | 6138,44 | 4207,34 |
| 2026 | 40.659,30 | 1,09 | 3602,38 | 2574,80 | 6177,18 | 4246,08 |
| 2027 | 41.096,59 | 1,11 | 3641,12 | 2574,80 | 6215,92 | 4284,82 |

Fuente: Elaboracion Propia

D. Volteo de pilas

El número de volteos fue basado en el estudio “Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje de biorresiduos de origen municipal”, en el cual se concluye que se debe efectuar la mayor frecuencia de volteos en las etapas mesofílica y termofónica (Oviedo, Marmolejo, Torres, 2014); estas etapas ocurren en las primeras tres semanas del proceso.

La metodología de esta investigación consistió en voltear dos pilas, compuestas por el mismo material, a diferentes frecuencias. La primera de ellas se voltea dos veces a la semana, mientras que la segunda se voltea seis veces. Ambas pilas, al final del proceso, resultan con valores similares en sus parámetros de calidad (figura 11.3).

Figura 11.3 - Parámetros de calidad en la frecuencia de volteos

| CUADRO II. CALIDAD DE LOS PRODUCTOS FINALES EN LAS PILAS A Y B | | | | | | |
|--|----------|-------|-----------------|-------|-----------------|------------------|
| Parámetro | Unidades | A | CV _A | B | CV _B | NTC 5167 |
| Humedad ¹ | %(m/m) | 21.00 | 2.70 | 22.00 | 5.60 | ≤ 35 |
| pH | Unidades | 9.81 | – | 9.80 | – | > 4 y < 9 |
| COT ¹ | %(m/m) | 9.59 | 6.73 | 8.62 | 0.56 | > 15 |
| N _{total} ¹ | %(m/m) | 1.38 | 7.10 | 1.27 | 1.34 | > 1 ³ |
| C/N ¹ | – | 6.95 | – | 6.79 | – | – |
| K ¹ | %(m/m) | 2.62 | 6.00 | 1.94 | 9.50 | > 1 ³ |
| P ¹ | %(m/m) | 0.27 | 6.79 | 0.21 | 6.03 | > 1 ³ |
| CE | dS/m | 4.81 | – | 4.21 | – | – |
| IG ² | % | 28.8 | 4.87 | 39.5 | 30.54 | – |

Nota: Muestras en base seca (b.s.); CV: Coeficiente de variación; ¹ n = 2 muestras; ² n = 3 muestras; ³ valor mínimo de reporte

Fuente: Oviedo, Marmolejo, Torres. Influencia de la frecuencia de volteo para el control de la humedad de los sustratos en el compostaje de biorresiduos de origen municipal

D.1 Número de volteos

El número de volteos a considerar es de dos veces a la semana, durante las primeras tres semanas del proceso, con la finalidad de disminuir el uso de maquinaria y sus costos asociados. En este estudio, “un” volteo considera la totalidad de la pila.

Número de movimientos de la pala por pila

Para voltear la totalidad de la pila, se calcula en primera instancia lo máximo que puede voltear la maquinaria utilizada, que en este caso será el mini cargador frontal de la Figura 11.4.

Figura 11.4 - Mini cargador frontal JCB 190

Fuente: Elaboración Propia.

El largo de la pala de esta maquinaria es de 1,73 metros y el volumen máximo que puede contener es de 0,41 m³. Con la siguiente ecuación se obtiene el número de tramos distintos que la maquinaria debe posicionarse frente a la pila de compostaje, para voltear la totalidad de la pila:

$$N_T = \frac{L_{Total}}{L_{Pala}}$$

N_T = Cantidad de tramos que la maquinaria se posiciona frente a la pila

L_{Total} = Largo total de la pila

L_{Pala} = Largo de la pala

Aplicando la ecuación, se obtienen los siguientes resultados para cada una de las pilas:

Tabla 11.15 - Número de tramos para cada pila

| Tipo de pila | Largo de la pila | N_T |
|---|------------------|--------|
| <i>Pila sin poda en temporada baja</i> | 17,4 | 10,058 |
| <i>Pila con poda en temporada baja</i> | 22,7 | 13,121 |
| <i>Pila en temporada alta</i> | 40,5 | 23,41 |

Fuente: Elaboración Propia

Cada tramo posee el volumen de un prisma rectangular, el cual se calcula considerando el ancho y alto estándar de la pila, de 2 y 1,5 metros. El largo del tramo o pala será el mismo para cada pila. Aplicando la siguiente ecuación, se obtiene un volumen de 5,19 m³.

$$V_{Tramo} = A * W * L_{Pala}$$

V_{Tramo} = Volumen del tramo

A = Alto de la pila

W = Ancho de la pila

L_p = Largo del tramo o pala

El número de veces que la maquina debe operar en el mismo tramo se calcula mediante la división del volumen que abarca el tramo, y el máximo volumen que puede transportar la pala de la máquina, cuyo valor lo entrega la ficha técnica de la maquinaria y equivale a 0,41 m³. La división entre ambos da un valor de 12,66.

Para finalizar, con los cálculos obtenidos anteriormente, se calcula el número de “elevaciones” a lo largo de cada pila. Este cálculo se obtiene mediante la multiplicación entre el número de tramos de la pila (N_T), y los 12,66 que equivalen al número de elevaciones que realiza la pila en cada tramo. En la Tabla 11.16 se resumen estos resultados.

Tabla 11.16 - Cantidad de elevaciones a lo largo de la pila. Primer año del proyecto.

| Tipo de pila | Elevaciones totales |
|-------------------------------------|---------------------|
| <i>Pila sin poda temporada baja</i> | 127,32 |
| <i>Pila con poda temporada baja</i> | 166,09 |
| <i>Pila en temporada alta</i> | 296,34 |

Fuente: Elaboración Propia.

Como se indicaba en el Anexo C.2, hay variaciones en la generación de residuos a lo largo de los años. Estas variaciones en los flujos de entrada provoca cambios en el largo de las pilas, lo que provoca variaciones en el número de elevaciones totales. En la tabla 11.17 se detalla el número de elevaciones necesarias para voltear una pila.

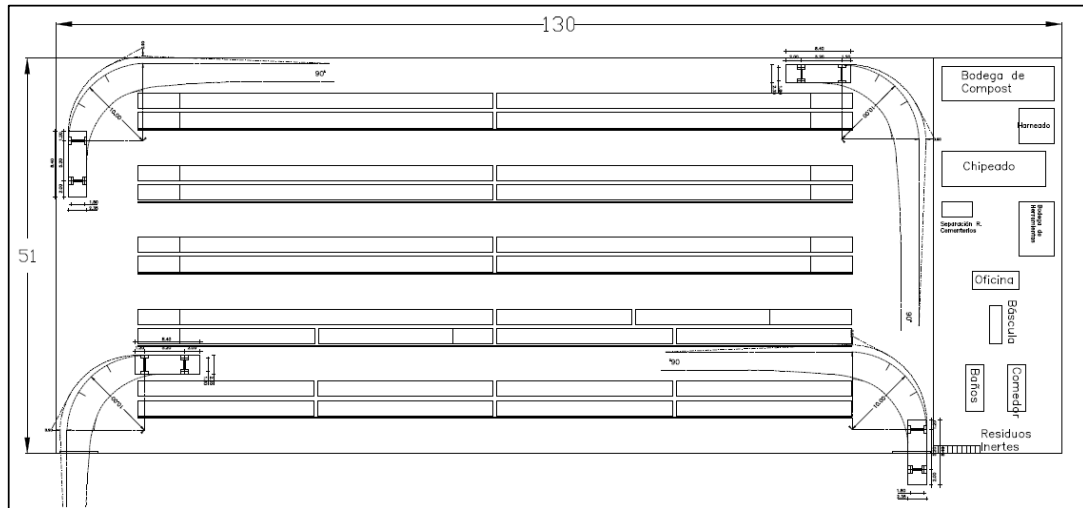
Tabla 11.17 - Cantidad de elevaciones a lo largo de la pila para cada año

| Año | Pila sin poda temporada baja | Pila con poda temporada baja | Pila temporada alta |
|-----|------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | 127,32 | 166,10 | 296,34 |
| 2 | 128,78 | 167,56 | 299,27 |
| 3 | 129,51 | 169,02 | 302,20 |
| 4 | 130,98 | 170,49 | 306,59 |
| 5 | 132,44 | 171,95 | 309,51 |
| 6 | 133,90 | 172,68 | 313,17 |
| 7 | 135,37 | 174,15 | 316,10 |
| 8 | 136,83 | 175,61 | 319,76 |
| 9 | 137,56 | 177,07 | 322,68 |
| 10 | 139,02 | 178,54 | 326,34 |

Fuente: Elaboración Propia

E. Trayectoria de Giro

Se utilizó como recurso una planilla de la trayectoria de giro de un camión ligero diseñada en AutoCad para dimensionar las vías de circulación. La planilla utilizada es la siguiente:

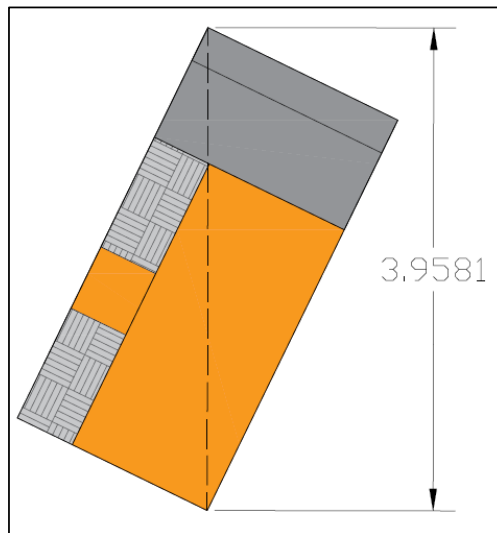
Figura 11.5 - Radio de giro de camión en planta de compostaje

Fuente: Elaboración Propia a través de AutoCad 2017

E.1 Largo máximo de Mini Cargador Frontal

Para obtener el largo máximo se consideraron las dimensiones del mini cargador frontal JCB 190. Este modelo posee un largo de 3,56 metros incluida la pala y un ancho máximo de 1,73 metros (largo de la pala)

El largo máximo ocupado por el mini cargador frontal se obtiene trazando una diagonal lo que resulta un largo aproximado de 3,96 metros (Figura 11.6)

Figura 11.6 - Diagonal de mini cargador frontal JCB 190

Fuente: Elaboración Propia a través de Autocad

F. Producción de compost

En la Tabla 11.18 se indica la cantidad de compost, en metro cúbico, producido a lo largo de los años y su respectiva conversión a toneladas. El m³ de compost equivale a 700 kg aproximadamente [SAG14].

Tabla 11.18 - Cálculo de peso del compost

| Producción de Compost | | | |
|-----------------------|---------|----------|--------|
| Período | m3 | Kg | Ton |
| 1 | 1311,84 | 918291,3 | 918,29 |
| 2 | 1324,03 | 926821,8 | 928,82 |
| 3 | 1335,81 | 935069,6 | 935,07 |
| 4 | 1350,69 | 945485,9 | 945,49 |
| 5 | 1363,61 | 954525,9 | 954,53 |
| 6 | 1376,52 | 963565,9 | 963,57 |
| 7 | 1389,44 | 972605,9 | 972,61 |
| 8 | 1402,35 | 981645,9 | 981,65 |
| 9 | 1415,27 | 990685,9 | 990,69 |
| 10 | 1428,18 | 999725,9 | 999,73 |

Fuente: Elaboración propia

11.1.1 Requerimiento de Compost PRODESAL

En la tabla 11.19 se menciona el consumo máximo y mínimo de compost para cada tipo de siembra.

Tabla 11.19 - Dosificación de compost

| Dosificación de Compost | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------|--------------|--------|--------------------|--------------------|
| Tipo | Consumo mín. | Unidad | Consumo máx. | Unidad | Periodo min (Años) | Periodo max (Años) |
| Cultivos Hortofrutícolas de Campo | 50 | ton/ha | 100 | ton/ha | 3 | 3 |
| Cultivos Frutales | 100 | ton/ha | 200 | ton/ha | 2 | 3 |
| Flores | 2 | kg/m2 | 3 | kg/m2 | 1 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 11.20 y 11.21 se encuentra el listado de los 200 agricultores que forman parte de la asociación de PRODESAL. En el listado se especifica: el tipo de cultivo si siembran hortalizas, frutales o flores, el número de hectáreas correspondientes a sus tierras, y el requerimiento anual de compost necesario para abastecer sus tierras. Estos datos fueron obtenidos gracias a Nora Lefno, que ejerce el papel de encargada de los 200 agricultores pertenecientes a este programa.

Tabla 11.20 - Listado de agricultores (1 al 100)

| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Agricultor | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Superficie (has) | 0,25 | 0,5 | 0,6 | 3 | 1,5 | 0,1 | 1 | 0,5 | 3,5 | 0,5 | 1 | 0,55 | 1,5 | 3 | 1,8 | 3,5 | 3,5 | 3,7 | 3 | 1 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Requerimiento Anual (Ton) | 4,17 | 8,33 | 10 | 50 | 25 | 1,67 | 16,67 | 8,33 | 58,33 | 8,33 | 16,67 | 9,17 | 25 | 50 | 30 | 58,33 | 58,33 | 61,67 | 50 | 16,67 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Superficie (has) | 3,5 | 0,3 | 0,25 | 1 | 3,5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1,5 | 3,4 | 1 | 2 | 3 | 0,71 | 0,5 | 1,5 | 0,25 | 3 | 2 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Requerimiento Anual (Ton) | 58,33 | 5 | 4,17 | 16,67 | 58,33 | 33,33 | 33,33 | 16,67 | 25 | 56,67 | 16,67 | 33,33 | 50 | 11,83 | 8,33 | 25 | 4,17 | 50 | 33,33 | 33,33 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| Superficie (has) | 1,56 | 0,1 | 2,9 | 0,45 | 0,5 | 4 | 0,75 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 2,9 | 3 | 2 | 0,98 | 2 | 3 | 1,2 | 3 | 1,5 | 2 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Requerimiento Anual (Ton) | 26 | 1,67 | 48,33 | 7,5 | 8,33 | 66,67 | 12,5 | 8,33 | 5 | 8,33 | 48,33 | 50 | 33,33 | 16,33 | 33,33 | 50 | 20 | 50 | 25 | 33,33 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 |
| Superficie (has) | 4 | 0,2 | 2 | 1 | 2 | 1,5 | 2 | 2 | 0,8 | 0,09 | 0,8 | 0,5 | 2,8 | 0,5 | 2 | 1 | 1 | 0,7 | 3,7 | 0,4 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Requerimiento Anual (Ton) | 66,67 | 3,33 | 33,33 | 16,67 | 33,33 | 25 | 33,33 | 33,33 | 13,33 | 1,5 | 13,33 | 8,33 | 46,67 | 8,33 | 33,33 | 16,67 | 16,67 | 11,67 | 61,67 | 6,67 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| Superficie (has) | 1 | 0,28 | 0,9 | 0,8 | 2 | 1 | 0,8 | 0,5 | 1 | 0,25 | 1,07 | 1 | 2,8 | 1 | 1 | 0,5 | 0,53 | 0,5 | 3,1 | 5 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Requerimiento Anual (Ton) | 16,67 | 4,67 | 15 | 13,33 | 33,33 | 16,67 | 13,33 | 8,33 | 16,67 | 4,17 | 17,83 | 16,67 | 46,67 | 16,67 | 16,67 | 8,33 | 8,83 | 8,33 | 51,67 | 83,33 |

*H= Hortofrutícola; F= Frutal; FL= Flores; EC= Especies Campesinas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.21 - Listado de agricultores (101 al 200)

| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Agricultor | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 |
| Superficie (has) | 0,5 | 0,5 | 1 | 2,5 | 0,149 | 1,5 | 1,25 | 3 | 0,7 | 2,5 | 3,5 | 2 | 0,71 | 1,1 | 1 | 0,25 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Requerimiento Anual (Ton) | 8,33 | 8,33 | 16,67 | 41,67 | 2,49 | 25 | 20,83 | 50 | 11,67 | 41,67 | 58,33 | 33,33 | 11,83 | 18,33 | 16,67 | 4,17 | 16,67 | 16,67 | 33,33 | 33,33 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 |
| Superficie (has) | 0,4 | 0,87 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,035 | 0,2 | 1,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,6 | 0,35 | 0,1 | 0,5 | 0,5 |
| Tipo de cultivo | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | F | F | F | F | F | F | F | F | F |
| Requerimiento Anual (Ton) | 6,67 | 14,5 | 13,33 | 8,33 | 3,33 | 16,67 | 8,33 | 5 | 5 | 0,58 | 3,33 | 50 | 16,67 | 33,33 | 50 | 20 | 11,67 | 3,33 | 16,67 | 16,67 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 |
| Superficie (has) | 0,08 | 1,24 | 1,2 | 0,21 | 0,06 | 1 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 0,1 | 2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 3,3 | 1,3 |
| Tipo de cultivo | F | F | F | F | F | F | F | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL |
| Requerimiento Anual (Ton) | 2,67 | 41,33 | 40 | 7 | 2 | 33,33 | 16,67 | 2 | 10 | 4 | 12 | 2 | 40 | 6 | 4 | 2 | 2 | 6 | 66 | 26 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 |
| Superficie (has) | 1,5 | 0,1 | 0,04 | 0,048 | 0,15 | 0,05 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,15 | 0,03 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,048 | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,3 |
| Tipo de cultivo | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL |
| Requerimiento Anual (Ton) | 30 | 2 | 0,8 | 0,96 | 3 | 1 | 4 | 6 | 8 | 3 | 0,6 | 5 | 6 | 8 | 0,96 | 10 | 10 | 2 | 10 | 6 |
| Agricultores pertenecientes a PRODESAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Agricultor | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 |
| Superficie (has) | 0,05 | 1 | 0,08 | 0,105 | 0,02 | 0,25 | 0,02 | 0,005 | 0,25 | 0,1 | 1 | 0,75 | 0,01 | 0,01 | 0,5 | 2 | 0,72 | 0,015 | 0,05 | 1,34 |
| Tipo de cultivo | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL | FL |
| Requerimiento Anual (Ton) | 1 | 20 | 1,6 | 2,1 | 0,33 | 4,17 | 0,33 | 0,08 | 4,17 | 1,67 | 16,67 | 12,5 | 0,17 | 0,17 | 8,33 | 33,33 | 12 | 0,25 | 0,83 | 22,33 |

*H= Hortofrutícola; F= Frutal; FL= Flores; EC= Especies Campesinas

Fuente: Elaboración Propia

G. Cálculo de Beneficios

G.1 Ahorro Municipal

El ahorro municipal por menor disposición se calcula solamente para los escenarios con licitación sin contrato fijo. En la siguiente ecuación se calcula el valor del primer año correspondiente al ahorro municipal:

$$\text{Ahorro por menor disposición} = D_F * R_T = \$ 25.000 * 1.835[\text{Ton}] = \$ 45.867.300$$

D_F : Valor fijo por tonelada dispuesta en vertedero

R_T : Total de residuo procesados en toneladas

En la tabla 11.22 se detalla el ahorro anual a lo largo de los años del proyecto.

Tabla 11.22 - Ahorro por menor disposición anual

| Periodo | Valor fijo por tonelada dispuesta | Total en toneladas | Ahorro por menor disposición |
|---------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1 | 25.000 | 1.835 | \$ 45.867.300 |
| 2 | 25.000 | 1.849 | \$ 46.231.983 |
| 3 | 25.000 | 1.863 | \$ 46.585.461 |
| 4 | 25.000 | 1.881 | \$ 47.034.647 |
| 5 | 25.000 | 1.897 | \$ 47.422.077 |
| 6 | 25.000 | 1.912 | \$ 47.809.507 |
| 7 | 25.000 | 1.928 | \$ 48.196.938 |
| 8 | 25.000 | 1.943 | \$ 48.584.368 |
| 9 | 25.000 | 1.959 | \$ 48.971.798 |
| 10 | 25.000 | 1.974 | \$ 49.359.229 |

Fuente: Elaboración Propia

G.2 Donación a Agricultores

El beneficio obtenido por la donación a los agricultores se calcula en base al precio promedio del compost en el mercado por metro cúbico. En la siguiente ecuación, se calcula el total correspondiente a la donación de compost del primer año de proyecto:

$$\text{Donación anual} = P_C * C_T = \$ 24.143 * 1.311,84 [m^3] = \$ 31.672.598$$

P_C : Precio del compost por metro cúbico

C_T : Total de compost producido anualmente (en metro cúbico)

En la tabla 11.23 se detalla el cambio de las donaciones anuales a lo largo del proyecto.

Tabla 11.23 - Donación Anual de compost a PRODESAL

| Periodo | Precio Compost | Volumen donado | Donación anual |
|---------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 24.143 | 1.312 | \$ 31.672.598 |
| 2 | 24.143 | 1.324 | \$ 31.966.083 |
| 3 | 24.143 | 1.336 | \$ 32.250.550 |
| 4 | 24.143 | 1.351 | \$ 32.609.809 |
| 5 | 24.143 | 1.364 | \$ 32.921.599 |
| 6 | 24.143 | 1.377 | \$ 33.233.388 |
| 7 | 24.143 | 1.389 | \$ 33.545.177 |
| 8 | 24.143 | 1.402 | \$ 33.856.967 |
| 9 | 24.143 | 1.415 | \$ 34.168.756 |
| 10 | 24.143 | 1.428 | \$ 34.480.546 |

Fuente: Elaboración propia

G.3 Disminución de CO₂

El beneficio obtenido por la disminución de la emisión de CO₂ se obtiene en base al precio social de CO₂ emitido por tonelada de residuo procesado convenido por el Ministerio de Desarrollo Social. En la siguiente ecuación se calcula el beneficio obtenido por la disminución en la emisión de CO₂:

$$\text{Disminución de emisión de CO}_2 = G_i * R_T * P_S$$

$$= 0,259 \left[\frac{\text{Ton de CO}_2}{\text{Ton de residuo tratado}} \right] * 1.835[\text{Ton}] * \$ 21.687 = \$ 10.305.342$$

G_i: Toneladas de CO₂ por tonelada de residuo procesado

R_T: Total de residuo procesado en toneladas

P_S: Precio social

En la tabla 11.24 se presenta el beneficio anual a lo largo del proyecto.

Tabla 11.24 - Beneficio Anual por disminución de CO₂

| Periodo | Total en toneladas | Precio social | Ton de CO ₂ por tonelada de residuo en tratamiento | Beneficio por disminución |
|---------|--------------------|---------------|---|---------------------------|
| 1 | 1835 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.305.342 |
| 2 | 1849 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.387.278 |
| 3 | 1863 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.466.697 |
| 4 | 1881 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.567.618 |
| 5 | 1897 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.654.665 |
| 6 | 1912 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.741.712 |
| 7 | 1928 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.828.759 |
| 8 | 1943 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 10.915.806 |
| 9 | 1959 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 11.002.852 |
| 10 | 1974 | \$ 21.687 | 0,259 | \$ 11.089.899 |

Fuente: Elaboración Propia

H. Precios Sociales

En la tabla 11.25 se detalla el listado de precios sociales utilizados en este estudio. Los precios sociales corresponden a los indicados por el Ministerios de Desarrollo Social.

Tabla 11.25 - Listado de Precios Sociales utilizados en este estudio

| Precios Sociales | |
|---|-------------------|
| Tasa social de descuento | 6% |
| *Factor de Corrección | |
| • Mano de obra no calificada | 0,62 |
| • Mano de obra calificada | 0,98 |
| Valor Camión 2 ejes | \$ 23.302.267 |
| Combustible Diesel | \$ 319 por litro |
| Precio Social del CO2 | \$ 21.687 ton CO2 |
| *El factor de corrección es una unidad adimensional que se debe multiplicar por el sueldo observado para un individuo para transformarlo en un sueldo social. | |

Fuente: Elaboración Propia mediante datos entregados por el Ministerio de Desarrollo Social

I. Uso de vehículos y maquinarias

El tiempo de uso del mini cargador frontal y la chipeadora se calcula en base a las horas trabajadas. A continuación, se calcula el tiempo estimado operado por ambas maquinarias.

Mini cargador frontal

El cálculo del tiempo estimado de uso se desarrolla en base al tiempo total de ciclo del brazo, es decir, el tiempo que conlleva voltear el volumen máximo (0,41 m³) que soporta la pala. Como no se encontraron referencias del tiempo estimado de ciclo del brazo para el modelo JCB 190, se considerará como supuesto que tarda el mismo tiempo que la maquinaria New Holland L190, debido a que sus potencias brutas son similares (80 hp). Según el manual de la maquinaria de referencia, el tiempo total de ciclo del brazo es de 11,5 segundos.

En vista del tiempo referenciado y el número de ciclos calculados en el apartado anterior, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 11.26 - Tiempo requerido para el volteo de una pila en base al número de ciclos

| Tipo de pila | Número de ciclos | Tiempo (segundos) | Tiempo (minutos) |
|--|------------------|-------------------|------------------|
| <i>Pila sin poda en temporada baja</i> | 104,4 | 1464,15 | 24,4 |
| <i>Pila con poda en temporada baja</i> | 136,2 | 1910,12 | 31,835 |
| <i>Pila en temporada alta</i> | 296,38 | 3407,93 | 56,799 |

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo total necesario para voltear todas las pilas generadas en el año, se calcula en base a la cantidad de volteos. El número de volteos a realizar es variable, debido a que depende del parámetro humedad, lo que hace difícil calcular la cantidad exacta de volteos.

En vista de las dificultades que genera este cálculo, se considera la explicación de la fuente mencionada en el Anexo D, como la base de número de volteos necesarios.

Este cálculo considera solamente los primeros tres meses del proceso, periodo de descomposición y estabilización, debido a que en el periodo siguiente el volumen del material se encuentra reducido al 50-60% [Huerta08], lo que permite la ejecución del volteo de forma manual.

La siguiente ecuación permite calcular el número total de ciclos anuales, que debe ejecutar el mini cargador frontal para voltear las pilas:

$$N_{Anual} = N_A * Q_A * K + N_B * Q_B * K + N_C * Q_C * K$$

$$N_{Anual} = \text{Número de ciclos anuales}$$

$$N_A, N_B, N_C = \text{Número de ciclos por tipo de pila}$$

$$Q_A, Q_B, Q_C = \text{Cantidad del tipo de pila formada anualmente}$$

K = Número de volteos por pila

A = Pila sin poda en temporada baja

B = Pila con poda en temporada baja

C = Pila en temporada alta

En la Tabla 11.27 se detalla el número de ciclos anuales y en la tabla 11.28 el cálculo del tiempo total de la sumatoria de ciclos para el primer año del proyecto.

Tabla 11.27 - Número de ciclos anuales para cada tipo de pila

| Tipo de pila | Ciclos anuales |
|--|-----------------|
| <i>Pila sin poda en temporada baja</i> | 14514,17 |
| <i>Pila con poda en temporada baja</i> | 19931,71 |
| <i>Pila en temporada alta</i> | 23114,63 |
| Total | 57560,49 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.28 - Tiempo total de la operación del mini cargador frontal

| Tiempo (segundos) | Tiempo (minutos) | Tiempo (horas) |
|-------------------|------------------|----------------|
| 661945,61 | 11032,43 | 183,87 |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11.29 se encuentra el tiempo de uso del minicargador frontal para todo el horizonte del proyecto. Se aplica el mismo procedimiento, explicado anteriormente, pero con el largo de pila respectivo a cada año.

Tabla 11.29 - Tiempo total de la operación del minicargador frontal a lo largo del periodo

| Periodo | Tiempo (horas) |
|---------|----------------|
| 1 | 183,87 |
| 2 | 185,70 |
| 3 | 187,25 |
| 4 | 189,44 |
| 5 | 191,26 |
| 6 | 192,99 |
| 7 | 194,81 |
| 8 | 196,82 |
| 9 | 198,38 |
| 10 | 200,38 |

Fuente: Elaboración Propia

Chipeadora

La municipalidad de Quillota dispone de una chipeadora Bandit 280XP (Figura 11.7) para la reducción volumétrica de los residuos generados en las podas municipales. Las especificaciones técnicas se pueden visualizar en la tabla 11.30.

Figura 11.7 - Chipeadora Bandit 280XP

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11.30 - Especificaciones técnicas de Chipeadora Bandit 280XP

| Especificaciones | |
|---------------------------|--------------|
| <i>Capacidad</i> | 45,7 cm |
| <i>Bandeja de entrada</i> | 45,7 x 52 cm |
| <i>Potencia del motor</i> | 85 – 160 KW |
| <i>Feed Rate</i> | 30,48 m/min |

Fuente: Elaboración Propia a través de las especificaciones otorgadas por Access Service, comercializadora australiana.

El tiempo que demora en reducir el material se calculó en base a un estudio¹⁶ que medía el tiempo de producción necesario para procesar 2000 árboles con un promedio de 0,19 m³, los cuales sumados equivalen a un valor total de 380 m³. El tiempo que requirió el proceso de reducción fue de 3,7 horas, sin considerar los tiempos de demora ocasionados por problemas externos.

Aplicando regla de tres simple a nuestro volumen anual de material que deberá reducirse, el cual corresponde a 2574,8 m³, se obtiene el siguiente valor:

$$\frac{380 \text{ m}^3}{3,7 \text{ h}} = \frac{2574,8 \text{ m}^3}{x}$$

$$x = 25,07 \text{ h}$$

El tiempo necesario para procesar los 2574,8 m³ es de 25, 07 horas.

J. Recorrido para la recolección de residuos

El vehículo a utilizar es un camión tres cuartos (Figura 11.8), y sus especificaciones técnicas se pueden apreciar en la tabla 11.31.

¹⁶ Acuna, Mauricio. Evaluation of an in-field chipping operation in Western Australia. Australia. 2009.

Figura 11.8 - Camión Hyundai HD 78

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11.31 - Especificaciones técnicas camión Hyundai 78 HD

| Especificaciones técnicas | |
|----------------------------------|--------------|
| <i>Potencia del motor</i> | 138 HP |
| <i>Tipo de combustible</i> | Diesel |
| <i>Capacidad de carga</i> | 5500 kg |
| <i>Distancia entre ejes</i> | 3,735 metros |
| <i>Largo total</i> | 6,715 metros |
| <i>Ancho</i> | 2 metros |
| <i>Altura</i> | 2,270 metros |

Fuente: Elaboración Propia.

El cálculo del kilometraje se consiguió mediante la aplicación Google maps. Se trazaron distancias desde el parque Industrial de Quillota a cada una de las fuentes generadoras de residuo y desde las fuentes generadoras a el parque Industrial. En la tabla 11.32. Se puede apreciar el kilometraje para cada una de ellas.

Tabla 11.32 - Distancia recorrida

| Fuente generadora | Distancia recorrida |
|-------------------------------------|----------------------------|
| <i>Feria Mayorista Serrano</i> | 1,164 km |
| <i>Feria Sargento Aldea</i> | 2,41 km |
| <i>Cementerio General de Mayaca</i> | 4,9 km |
| <i>Cementerio Parque de Boco</i> | 9,7 km |

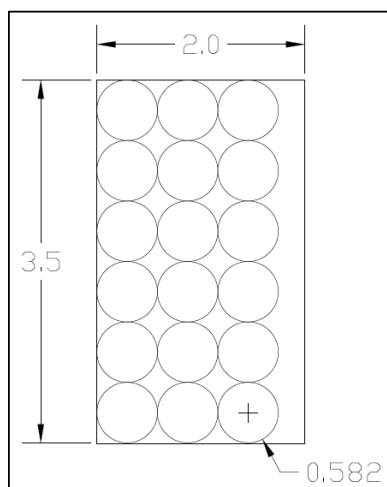
Fuente: Elaboración Propia a través de Google Maps.

El número de viajes se calcula según el espacio disponible de la tolva del camión. Los residuos se transportarán en tambores de 227 litros, cuyas dimensiones se especifican en la Tabla 11.33. En base al largo y ancho de la tolva, de 3,5 y 2 metros respectivamente, es posible transportar un total de 18 tambores (Figura 11.9).

Tabla 11.33 - Dimensiones tambor cilíndrico

| Capacidad | Altura | Diámetro mayor |
|------------------|---------------|-----------------------|
| 227 litros | 960 mm | 582 mm |

Fuente: Elaboración Propia a través de Rheem, comercializadora de envases industriales.

Figura 11.9 - Cantidad máxima de tambores en tolva de camión

Fuente: Elaboración Propia a través de Autocad 2017

Considerando el volumen de cada tambor (227 litros), el volumen máximo a transportar por viaje es de 4086 litros. En la tabla 11.34, se muestra el número de viajes necesarios para cada día, y se encuentran en función de ambas temporadas.

Tabla 11.34 - Número de viajes necesarios en función de residuos generados

| Temporada baja | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|-------|---|--------|---|--------|---|-------|---|-------|---|-------|---|
| | L | N | M | N | Mi | N | J | N | V | N | S | N | D | N |
| FSA | 3,735 | 1 | 3,735 | 1 | 3,735 | 1 | 3,735 | 1 | 3,735 | 1 | 3,735 | 1 | 3,735 | 1 |
| FMS | 2,833 | 1 | 2,833 | 1 | 2,833 | 1 | 2,833 | 1 | 2,833 | 1 | 2,833 | 1 | 2,833 | 1 |
| CM | 6,72 | 2 | - | - | 8,4 | 3 | 6,72 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| CPB | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - |
| Total | 13,288 | 4 | 6,568 | 2 | 16,498 | 6 | 13,288 | 4 | 6,568 | 2 | 8,098 | 3 | 6,568 | 2 |
| Temporada alta | | | | | | | | | | | | | | |
| | L | N | M | N | Mi | N | J | N | V | N | S | N | D | N |
| FSA | 7,47 | 2 | 7,47 | 2 | 7,47 | 2 | 7,47 | 2 | 7,47 | 2 | 7,47 | 2 | 7,47 | 2 |
| FMS | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 | 9 | 3 |
| CM | 6,72 | 2 | - | - | 8,4 | 3 | 6,72 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| CPB | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - |
| Total | 23,19 | 7 | 16,47 | 5 | 26,4 | 9 | 23,19 | 7 | 16,47 | 5 | 18 | 6 | 16,47 | 5 |
| FSA= Feria Sargento Aldea FMS= Feria Mayorista Serrano CM= Cementerio Mayaca CPB= Cementerio Parque de Boco N= Número de viajes L, M, Mi, J, V, S, D= lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 11.26 se resume el total de kilómetros recorridos para recolectar los residuos diarios.

Tabla 11.35 - Distancias en km para cada trayecto. Período 1 Proyecto

| Temporada baja | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Trayecto | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| P-FSA-P | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 | 2,41 |
| P-FMS-P | 1,164 | 1,164 | 1,164 | 1,164 | 1,164 | 1,164 | 1,164 |
| P-CM-P | 9,8 | - | 14,7 | 9,8 | - | - | - |
| P-CPB-P | - | - | 9,7 | - | - | 9,7 | - |
| Total | 13,374 | 3,574 | 27,974 | 13,374 | 3,574 | 13,274 | 3,574 |
| Temporada alta | | | | | | | |
| Trayecto | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| P-FSA-P | 4,82 | 4,82 | 4,82 | 4,82 | 4,82 | 4,82 | 4,82 |
| P-FMS-P | 3,492 | 3,492 | 3,492 | 3,492 | 3,492 | 3,492 | 3,492 |
| P-CM-P | 9,8 | - | 14,7 | 9,8 | - | - | - |
| P-CPB-P | - | - | 9,7 | - | - | 9,7 | - |
| Total | 18,112 | 8,312 | 32,712 | 18,112 | 8,312 | 18,012 | 8,312 |
| P-FSA-P= Recorrido Parque Industrial-Feria Sargento Aldea-Parque Industrial P-FMS-P= Recorrido Parque Industrial-Feria Mayorista Serrano-Parque Industrial P-CM-P= Recorrido Parque Industrial-Cementerio Mayaca-Parque Industrial P-CPB-P= Recorrido Parque Industrial-Cementerio Parque de Boco-Parque Industrial | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

La distancia total recorrida en una semana de temporada baja corresponde a 78,718 km, mientras que en temporada alta corresponde a 111,884 km. Considerando que la temporada baja posee 39 semanas y la temporada alta 13 semanas, se multiplican ambas distancias por las semanas correspondientes, y se obtiene un total de 4524,494 km.

El número de viajes se mantiene a lo largo de los años, por lo que se mantiene constante el consumo de combustible para la recolección. En la tabla 11.36 se demuestra el infimo cambio, para el periodo 10 del proyecto, en la generación de residuos de ambas ferias. Esto conlleva a que se mantenga el número de viajes durante todos los años del proyecto y así no se produce cambio en el consumo de combustible.

Tabla 11.36 – Distancias en kilómetro para cada trayecto. Período 10 del proyecto

| Temporada baja | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| | L | N | M | N | Mi | N | J | N | V | N | S | N | D | N |
| FSA | 4,1 | 1 | 4,1 | 1 | 4,1 | 1 | 4,1 | 1 | 4,1 | 1 | 4,1 | 1 | 4,1 | 1 |
| FMS | 3,13 | 1 | 3,13 | 1 | 3,13 | 1 | 3,13 | 1 | 3,13 | 1 | 3,13 | 1 | 3,13 | 1 |
| CM | 6,72 | 2 | - | - | 8,4 | 3 | 6,72 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| CPB | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - |
| Total | 13,95 | 4 | 7,23 | 2 | 17,16 | 6 | 13,95 | 4 | 7,23 | 2 | 8,8 | 3 | 7,23 | 2 |
| Temporada alta | | | | | | | | | | | | | | |
| | L | N | M | N | Mi | N | J | N | V | N | S | N | D | N |
| FSA | 8,2 | 2 | 8,2 | 2 | 8,2 | 2 | 8,2 | 2 | 8,2 | 2 | 8,2 | 2 | 8,2 | 2 |
| FMS | 9,95 | 3 | 9,95 | 3 | 9,95 | 3 | 9,95 | 3 | 9,95 | 3 | 9,95 | 3 | 9,95 | 3 |
| CM | 6,72 | 2 | - | - | 8,4 | 3 | 6,72 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| CPB | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - | - | - | 1,53 | 1 | - | - |
| Total | 24,87 | 7 | 18,15 | 5 | 28,08 | 9 | 24,87 | 7 | 18,15 | 5 | 19,68 | 6 | 18,15 | 5 |
| FSA= Feria Sargento Aldea FMS= Feria Mayorista Serrano CM= Cementerio Mayaca CPB= Cementerio Parque de Boco N= Número de viajes L, M, Mi, J, V, S, D= lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

K. Cálculo de presupuesto para instalación eléctrica

Para las infraestructuras se considerarán dos puntos de iluminaria por cada una a excepción del galpón que tendrá cuatro puntos de iluminaria y el cobertizo que no poseerá iluminaria. Para el cálculo del presupuesto para instalación eléctrica se considerarán los datos otorgados por el Señor Felipe Guineo (Ver Anexo W.3) y la cotización de iluminaria requerida para el galpón (Ver Anexo V.7). A continuación, la tabla 11.37 muestra el presupuesto requerido para la instalación eléctrica:

Tabla 11.37 - Presupuesto para la instalación eléctrica

| Infraestructura | Número de Puntos | Costo por Punto | Costo Total Privado | Costo Total Social |
|--|------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| Galpón | 4 | \$109.990* | \$439.960 | \$369.714 |
| Bodega de Herramientas | 2 | \$25.000 | \$50.000 | \$42.017 |
| Oficina | 2 | \$25.000 | \$50.000 | \$42.017 |
| Comedor | 2 | \$25.000 | \$50.000 | \$42.017 |
| Baño/Camarín | 2 | \$25.000 | \$50.000 | \$42.017 |
| | | Total | \$639.960 | \$537.782 |
| *El precio tiene incluido la compra de una campana led de 100 Watts | | | | |

Fuente: Elaboración propia


L. Cálculo de presupuesto para el consumo de gas

Un balón de gas de 100 libras (45 kg) entrega una energía de 21.500 BTU por cada libra de gas propano que es consumida, esto equivale a 6.30 Kwh por cada libra de gas consumida. Esto implica que un balón de gas puede entregar un total de energía de 630,10 Kwh.¹⁷

Para el cálculo del consumo de gas se utilizará el calefont mostrado en la tabla 11.38:

Tabla 11.38 - Especificaciones Calefont ATMD 5 LT Gas Licuado

| Detalle | Unidad |
|------------------------------|--------|
| Consumo Térmico Nominal (KW) | 9 |
| Número de duchas | 1 |



Fuente: Elaboración propia a través de los datos consultados en <http://www.albintrotter.com>

Para el cálculo de la duración del balón de gas se tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Duración Balón de Gás} = \frac{\text{Energía total Balón de Gas}}{\text{Consumo Técnico Nominal del Calefont}} * \frac{1}{\text{Uso de ducha diario}}$$

¹⁷ Cálculos obtenidos en base a la siguiente página web: <http://www.chimneysweeponline.com/holpcons.htm>

Para el cálculo se tienen las siguientes consideraciones:

- Se considera un balón de gas de 45 kg. Este posee 630,10 Kwh
- Se considera un consumo técnico nominal del calefont igual a 9 Kwh
- Se considera un uso de ducha diario igual a 1,16 horas/día, esto en base a 7 trabajadores que usan 10 minutos cada uno la ducha.

Se reemplazan datos considerados en la fórmula:

$$\text{Duración Balon de Gás} = \frac{630,10}{9} * \frac{1}{1,16}$$

$$\text{Duración Balon de Gás} = 60 \text{ días}$$

Los trabajadores en la planta de compostaje trabajarán 6 días a la semana, que corresponden al año 312 días trabajados. Para calcular cuántos balones de gas se deben comprar al año es necesario evaluar la razón *Días al año trabajados/Duración del Balón de Gas*, al evaluar la razón se obtiene que se consumen anualmente 5,2 balones de gas. Esto corresponde a un total 5 balones de 45 kg y uno de 11 kg, los que tienen un valor de \$48.650 y \$13.650 respectivamente. Así anualmente es necesario presupuestar \$256.900 (Precio privado) para el consumo de gas, los que corresponden a \$215.882 (Precio Social).¹⁸

M. Cálculo de presupuesto para el consumo energético

El consumo energético está dado por el uso de un computador, un microondas, la iluminaria y la bomba agua. Cabe mencionar que la bomba de agua sólo tiene como función otorgar la presión de agua necesaria para para regar la pila de compostaje, por lo tanto, no se considerará en el cálculo del presupuesto para el uso energético.

Para el cálculo de consumo de electricidad se tienen las siguientes consideraciones

- El cargo fijo mensual de uso energético es de \$1.321,34 y el costo del kwh es de \$67,663 (Tarifa BT1 de suministro eléctrico de compañía Chilquinta S.A. para el Área 5).
- Se considerará un uso diario de cinco horas para el notebook.
- Se considerará un uso diario de cinco horas para las ampolletas y para las campanas led.
- Se considerará un tiempo de uso para el microondas de cinco minutos por persona, lo que implica que para siete trabajadores correspondería un uso diario de 35 minutos.

La tabla 11.39 muestra el consumo de los artículos eléctricos y el precio vinculado a su consumo:

¹⁸ Precios obtenidos de la siguiente página web: <http://www.gaslicuadonline.cl/php/productos.php>

Tabla 11.39 - Consumo de los artículos electrónicos

| Tipo de elemento | Cantidad | *Consumo | Uso diario (hrs) | Uso Anual (hrs) | Costo Anual |
|---|----------|----------|------------------|-----------------------------|-------------|
| Notebook | 1 | 65 W | 5 | 1560 | \$ 6.861 |
| Microondas | 1 | 700 W | 0.6 | 182,2 | \$ 8.867 |
| Ampolletas | 10 | 100 W | 5 | 1560 | \$ 105.554 |
| Campanas Led | 4 | 100 W | 5 | 1560 | \$ 42.222 |
| *El dato de consumo se obtuvo en base a las cotizaciones de cada elemento. | | | | Sumatoria Costo Variable | \$ 163.504 |
| | | | | Costo Fijo Anual | \$ 15.856 |
| | | | | Costo Total Anual (Privado) | \$ 179.360 |
| | | | | Costo Social Anual | \$ 150.722 |

Fuente: Elaboración propia

N. Cálculo de presupuesto para el consumo de agua

N.1 Consumo de agua por los trabajadores

El cálculo de presupuesto del uso de agua se basa en el consumo de agua de los trabajadores. Según el artículo 14 del decreto supremo 594 el establecimiento debe poseer como dotación mínima 100 litros de agua diarios por persona, esta magnitud será la base para el cálculo del presupuesto para el consumo de agua.

Tabla 11.40 - Tarifa de consumo de agua en Quillota

| Tipo de Cargo | Valor por m ³ |
|------------------------------|--------------------------|
| Cargo fijo cliente | \$1.114 |
| Cargo variable agua portable | \$530.53 |

Fuente: Elaboración propia a través de los datos otorgados por Esval, disponible en <http://portal.esval.cl/oficina-virtual/tarifas/quillota/>

La Tabla 11.41 muestra el valor del presupuesto según el consumo de agua anual:

Tabla 11.41 - Valor del presupuesto según el consumo de agua anual

| Nº de trabajadores | Consumo de agua diario | Consumo de agua mensual | Consumo de agua anual | Costo anual | Costo Social Anual (Sin IVA) |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------|------------------------------|
| 7 | 700 L | 16.800 L | 218.400 L | \$129.236 | \$108.602 |

Fuente: Elaboración Propia

N.1 Consumo de agua en regadío

El regadío de pilas se debe realizar para humectar las pilas de compostaje y así mantener el rango óptimo de humedad para que el proceso de compostaje se efectúe de forma adecuada, el rango óptimo es de 45% a 60% de humedad en la pila.

La USCC postula que para calcular el consumo de agua en una pila de compostaje se debe considerar que el 50% del volumen de la pila es agua, y de este volumen de agua se pierde un 1,5% diario, lo que implica que diariamente se debe agregar un 1,5% de agua diario a la pila de compostaje. Este comportamiento es para las 3 primeras semanas al menos [Bakx16].

El regadío en la pila de compostaje obedece a la siguiente formula:

$$\text{Consumo de Agua Diario} = \text{Volumen de la Pila} * 50\% * 1,5\%$$

Para calcular el consumo de agua de las pilas de compostaje en el horizonte del proyecto se tomará el supuesto de que el comportamiento del consumo de agua de las pilas de compostaje será constante en el proceso de producción de compost.

La tabla 11.42 muestra la tabla de resumen del requerimiento de agua anual.

Tabla 11.42 - Proyección del presupuesto para el consumo de agua en regadío

| Etiquetas de fila | Requerimiento de agua anual | *Presupuesto Consumo de Agua en Regadío |
|--|-----------------------------|---|
| 1 | 3464,05 m ³ | \$ 1.544.354 |
| 2 | 5402,04 m ³ | \$ 2.408.357 |
| 3 | 5450,90 m ³ | \$ 2.430.140 |
| 4 | 5507,00 m ³ | \$ 2.455.150 |
| 5 | 5563,25 m ³ | \$ 2.480.227 |
| 6 | 5616,13 m ³ | \$ 2.503.804 |
| 7 | 5669,02 m ³ | \$ 2.527.381 |
| 8 | 5721,90 m ³ | \$ 2.550.958 |
| 9 | 5774,79 m ³ | \$ 2.574.535 |
| 10 | 5827,67 m ³ | \$ 2.598.112 |
| *El cálculo del presupuesto considera que un metro cubico de agua tiene un valor de \$445,82 (Precio Social del Agua en la ciudad de Quillota) | | |

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra las variaciones del requerimiento de agua.

Tabla 11.43 - Requerimiento de agua en regadío (años 1 y 2)

| | Año 1 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 |
| Flujo Acumulado | 52.20 | 104.41 | 156.61 | 208.81 | 277.02 | 345.22 | 413.42 | 481.63 | 549.83 | 618.03 | 686.24 | 754.44 | 822.64 |
| Requerimiento de Agua | | 2.74 | 5.48 | 8.22 | 10.96 | 14.54 | 18.12 | 21.70 | 25.29 | 28.87 | 32.45 | 36.03 | 39.61 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 | 68.20 |
| Flujo Acumulado | 680.85 | 959.05 | 1027.25 | 1095.46 | 1163.66 | 1231.86 | 1300.07 | 1368.27 | 1436.47 | 1504.68 | 1572.88 | 1625.08 | 1677.29 |
| Requerimiento de Agua | 43.19 | 46.77 | 50.35 | 53.93 | 57.51 | 61.09 | 64.67 | 68.25 | 71.83 | 75.41 | 79.00 | 82.58 | 85.32 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 | 52.20 |
| Flujo Acumulado | 1677.29 | 1677.29 | 1677.29 | 1677.29 | 1661.29 | 1645.29 | 1629.29 | 1613.29 | 1597.29 | 1581.29 | 1565.29 | 1549.29 | 1533.29 |
| Requerimiento de Agua | 88.06 | 88.06 | 88.06 | 88.06 | 88.06 | 87.22 | 86.38 | 85.54 | 84.70 | 83.86 | 83.02 | 82.18 | 81.34 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 | 121.52 |
| Flujo Acumulado | 1586.60 | 1639.91 | 1693.22 | 1746.53 | 1799.85 | 1853.16 | 1906.47 | 1959.78 | 2013.09 | 2066.40 | 2119.72 | 2189.03 | 2258.34 |
| Requerimiento de Agua | 80.50 | 83.30 | 86.10 | 88.89 | 91.69 | 94.49 | 97.29 | 100.09 | 102.89 | 105.69 | 108.49 | 111.29 | 114.92 |
| | | | | | | Año 2 | | | | | | | |
| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Flujo de Entrada | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 |
| Flujo Acumulado | 2258.85 | 2259.36 | 2259.87 | 2260.38 | 2276.89 | 2293.39 | 2309.90 | 2326.41 | 2342.92 | 2359.43 | 2375.94 | 2392.45 | 2408.96 |
| Requerimiento de Agua | 118.56 | 118.59 | 118.62 | 118.64 | 118.67 | 119.54 | 120.40 | 121.27 | 122.14 | 123.00 | 123.87 | 124.74 | 125.60 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 | 68.71 |
| Flujo Acumulado | 2356.16 | 2303.36 | 2250.55 | 2197.75 | 2144.95 | 2092.15 | 2039.34 | 1986.54 | 1933.74 | 1880.94 | 1828.13 | 1775.33 | 1690.53 |
| Requerimiento de Agua | 126.47 | 123.70 | 120.93 | 118.15 | 115.38 | 112.61 | 109.84 | 107.07 | 104.29 | 101.52 | 98.75 | 95.98 | 92.36 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 | 52.71 |
| Flujo Acumulado | 1690.53 | 1690.53 | 1690.53 | 1690.53 | 1674.53 | 1658.53 | 1642.53 | 1626.53 | 1610.53 | 1594.53 | 1578.53 | 1562.53 | 1546.53 |
| Requerimiento de Agua | 88.75 | 88.75 | 88.75 | 88.75 | 88.75 | 87.91 | 87.07 | 86.23 | 85.39 | 84.55 | 83.71 | 82.87 | 82.03 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 | 122.79 |
| Flujo Acumulado | 1600.61 | 1654.69 | 1708.77 | 1762.85 | 1816.93 | 1871.01 | 1925.09 | 1979.17 | 2033.25 | 2087.32 | 2141.40 | 2211.48 | 2281.56 |
| Requerimiento de Agua | 81.19 | 84.03 | 86.87 | 89.71 | 92.55 | 95.39 | 98.23 | 101.07 | 103.91 | 106.75 | 109.58 | 112.42 | 116.10 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.44 - Requerimiento de agua en regadío (años 3 y 4)

| | Año 3 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Flujo de Entrada | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 |
| Flujo Acumulado | 2282,06 | 2282,55 | 2283,04 | 2283,54 | 2300,03 | 2316,53 | 2333,02 | 2349,51 | 2366,01 | 2382,50 | 2398,99 | 2415,49 | 2431,98 |
| Requerimiento de Agua | 119,78 | 119,81 | 119,83 | 119,86 | 119,89 | 120,75 | 121,62 | 122,48 | 123,35 | 124,22 | 125,08 | 125,95 | 126,81 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 | 69,21 |
| Flujo Acumulado | 2378,40 | 2324,81 | 2271,22 | 2217,64 | 2164,05 | 2110,47 | 2056,88 | 2003,30 | 1949,71 | 1896,12 | 1842,54 | 1772,95 | 1703,37 |
| Requerimiento de Agua | 127,68 | 124,87 | 122,05 | 119,24 | 116,43 | 113,61 | 110,80 | 107,99 | 105,17 | 102,36 | 99,55 | 96,73 | 93,08 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 | 53,21 |
| Flujo Acumulado | 1703,37 | 1703,37 | 1703,37 | 1703,37 | 1687,37 | 1671,37 | 1655,37 | 1639,37 | 1623,37 | 1607,37 | 1591,37 | 1575,37 | 1559,37 |
| Requerimiento de Agua | 89,43 | 89,43 | 89,43 | 89,43 | 89,43 | 88,59 | 87,75 | 86,91 | 86,07 | 85,23 | 84,39 | 83,55 | 82,71 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 | 124,03 |
| Flujo Acumulado | 1614,19 | 1669,01 | 1723,84 | 1778,66 | 1833,48 | 1888,31 | 1943,13 | 1997,96 | 2052,78 | 2107,60 | 2162,43 | 2233,25 | 2304,07 |
| Requerimiento de Agua | 81,87 | 84,74 | 87,62 | 90,50 | 93,38 | 96,26 | 99,14 | 102,01 | 104,89 | 107,77 | 110,65 | 113,53 | 117,25 |
| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Flujo de Entrada | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 |
| Flujo Acumulado | 2304,70 | 2305,33 | 2305,96 | 2306,58 | 2323,21 | 2339,84 | 2356,47 | 2373,09 | 2389,72 | 2406,35 | 2422,98 | 2439,60 | 2456,23 |
| Requerimiento de Agua | 120,96 | 121,00 | 121,03 | 121,06 | 121,10 | 121,97 | 122,84 | 123,71 | 124,59 | 125,46 | 126,33 | 127,21 | 128,08 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 | 69,83 |
| Flujo Acumulado | 2402,03 | 2347,84 | 2293,64 | 2239,45 | 2185,25 | 2131,05 | 2076,86 | 2022,66 | 1968,46 | 1914,27 | 1860,07 | 1789,87 | 1719,68 |
| Requerimiento de Agua | 128,95 | 126,11 | 123,26 | 120,42 | 117,57 | 114,73 | 111,88 | 109,03 | 106,19 | 103,34 | 100,50 | 97,65 | 93,97 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 | 53,83 |
| Flujo Acumulado | 1719,68 | 1719,68 | 1719,68 | 1719,68 | 1703,68 | 1687,68 | 1671,68 | 1655,68 | 1639,68 | 1623,68 | 1607,68 | 1591,68 | 1575,68 |
| Requerimiento de Agua | 90,28 | 90,28 | 90,28 | 90,28 | 90,28 | 89,44 | 88,60 | 87,76 | 86,92 | 86,08 | 85,24 | 84,40 | 83,56 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 | 125,60 |
| Flujo Acumulado | 1631,45 | 1687,22 | 1742,99 | 1798,76 | 1854,53 | 1910,29 | 1966,06 | 2021,83 | 2077,60 | 2133,37 | 2189,14 | 2260,91 | 2332,68 |
| Requerimiento de Agua | 82,72 | 85,65 | 88,58 | 91,51 | 94,43 | 97,36 | 100,29 | 103,22 | 106,15 | 109,07 | 112,00 | 114,93 | 118,70 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.45 - Requerimiento de agua en regadío (años 5 y 6)

| | Año 5 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 |
| Flujo Acumulado | 2333,22 | 2333,76 | 2334,30 | 2334,85 | 2351,39 | 2367,93 | 2384,47 | 2401,01 | 2417,55 | 2434,09 | 2450,63 | 2467,18 | 2483,72 |
| Requerimiento de Agua | 122,47 | 122,49 | 122,52 | 122,55 | 122,58 | 123,45 | 124,32 | 125,18 | 126,05 | 126,92 | 127,79 | 128,66 | 129,53 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 70,37 | 54,37 | 54,37 |
| Flujo Acumulado | 2428,49 | 2373,26 | 2318,03 | 2262,80 | 2207,57 | 2152,35 | 2097,12 | 2041,89 | 1986,66 | 1931,43 | 1876,20 | 1804,98 | 1733,75 |
| Requerimiento de Agua | 130,40 | 127,50 | 124,60 | 121,70 | 118,80 | 115,90 | 113,00 | 110,10 | 107,20 | 104,30 | 101,40 | 98,50 | 94,76 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 | 54,37 |
| Flujo Acumulado | 1733,75 | 1733,75 | 1733,75 | 1733,75 | 1717,75 | 1701,75 | 1685,75 | 1669,75 | 1653,75 | 1637,75 | 1621,75 | 1605,75 | 1589,75 |
| Requerimiento de Agua | 91,02 | 91,02 | 91,02 | 91,02 | 91,02 | 90,18 | 89,34 | 88,50 | 87,66 | 86,82 | 85,98 | 85,14 | 84,30 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 | 126,96 |
| Flujo Acumulado | 1646,33 | 1702,92 | 1759,50 | 1816,09 | 1872,67 | 1929,26 | 1985,84 | 2042,43 | 2099,01 | 2155,60 | 2212,18 | 2268,77 | 2325,36 |
| Requerimiento de Agua | 83,46 | 86,43 | 89,40 | 92,37 | 95,34 | 98,32 | 101,29 | 104,26 | 107,23 | 110,20 | 113,17 | 116,14 | 119,95 |
| | | | | | | Año 6 | | | | | | | |
| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Flujo de Entrada | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 |
| Flujo Acumulado | 2357,9 | 2358,4 | 2359 | 2359,5 | 2376,1 | 2392,6 | 2409,1 | 2425,7 | 2442,2 | 2458,8 | 2475,3 | 2491,8 | 2508,4 |
| Requerimiento de Agua | 123,76 | 123,79 | 123,82 | 123,85 | 123,87 | 124,74 | 125,61 | 126,48 | 127,35 | 128,22 | 129,09 | 129,95 | 130,82 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 70,916 | 54,916 | 54,916 |
| Flujo Acumulado | 2452,3 | 2396,3 | 2340,3 | 2284,2 | 2228,2 | 2172,1 | 2116,1 | 2060 | 2004 | 1947,9 | 1891,9 | 1819,9 | 1747,8 |
| Requerimiento de Agua | 131,69 | 128,75 | 125,81 | 122,86 | 119,92 | 116,98 | 114,04 | 111,09 | 108,15 | 105,21 | 102,27 | 99,325 | 95,543 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 | 54,916 |
| Flujo Acumulado | 1747,8 | 1747,8 | 1747,8 | 1747,8 | 1731,8 | 1715,8 | 1699,8 | 1683,8 | 1667,8 | 1651,8 | 1635,8 | 1619,8 | 1603,8 |
| Requerimiento de Agua | 91,76 | 91,76 | 91,76 | 91,76 | 91,76 | 90,92 | 90,08 | 89,24 | 88,4 | 87,56 | 86,72 | 85,88 | 85,04 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 | 128,32 |
| Flujo Acumulado | 1661,2 | 1718,6 | 1776 | 1833,4 | 1890,8 | 1948,2 | 2005,6 | 2063 | 2120,4 | 2177,8 | 2235,2 | 2308,6 | 2382 |
| Requerimiento de Agua | 84,2 | 87,214 | 90,227 | 93,241 | 96,255 | 99,268 | 102,28 | 105,3 | 108,31 | 111,32 | 114,34 | 117,35 | 121,2 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.46 - Requerimiento de agua en regadío (años 7 y 8)

| | Año 7 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 |
| Flujo Acumulado | 2383,57 | 2383,11 | 2383,65 | 2384,19 | 2400,73 | 2417,28 | 2433,82 | 2450,36 | 2466,90 | 2483,44 | 2499,98 | 2516,52 | 2533,06 |
| Requerimiento de Agua | 125,06 | 125,08 | 125,11 | 125,14 | 125,17 | 126,04 | 126,91 | 127,78 | 128,64 | 129,51 | 130,38 | 131,25 | 132,12 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 | 71,46 |
| Flujo Acumulado | 2476,20 | 2419,34 | 2362,48 | 2305,62 | 2248,76 | 2191,90 | 2135,04 | 2078,18 | 2021,32 | 1964,47 | 1907,61 | 1834,75 | 1761,89 |
| Requerimiento de Agua | 132,99 | 130,00 | 127,02 | 124,03 | 121,05 | 118,06 | 115,07 | 112,09 | 109,10 | 106,12 | 103,13 | 100,15 | 96,32 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 | 55,46 |
| Flujo Acumulado | 1761,89 | 1761,89 | 1761,89 | 1761,89 | 1745,89 | 1729,89 | 1713,89 | 1697,89 | 1681,89 | 1665,89 | 1649,89 | 1633,89 | 1617,89 |
| Requerimiento de Agua | 92,50 | 92,50 | 92,50 | 92,50 | 92,50 | 91,66 | 90,82 | 89,98 | 89,14 | 88,30 | 87,46 | 86,62 | 85,78 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 | 129,67 |
| Flujo Acumulado | 1676,10 | 1734,32 | 1792,54 | 1850,75 | 1908,97 | 1967,19 | 2025,40 | 2083,62 | 2141,84 | 2200,05 | 2258,27 | 2332,49 | 2406,70 |
| Requerimiento de Agua | 84,94 | 88,00 | 91,05 | 94,11 | 97,16 | 100,22 | 103,28 | 106,33 | 109,39 | 112,45 | 115,50 | 118,56 | 122,46 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 |
| Flujo Acumulado | 2407,24 | 2407,79 | 2408,33 | 2408,87 | 2425,41 | 2441,95 | 2458,49 | 2475,03 | 2491,57 | 2508,11 | 2524,66 | 2541,20 | 2557,74 |
| Requerimiento de Agua | 126,35 | 126,38 | 126,41 | 126,44 | 126,47 | 127,33 | 128,20 | 129,07 | 129,94 | 130,81 | 131,68 | 132,54 | 133,41 |
| Semana | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Flujo de Entrada | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 | 72,00 |
| Flujo Acumulado | 2500,06 | 2442,39 | 2384,71 | 2327,04 | 2269,36 | 2211,68 | 2154,01 | 2096,33 | 2038,66 | 1980,98 | 1923,31 | 1849,63 | 1775,95 |
| Requerimiento de Agua | 134,28 | 131,25 | 128,23 | 125,20 | 122,17 | 119,14 | 116,11 | 113,09 | 110,06 | 107,03 | 104,00 | 100,97 | 97,11 |
| Semana | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |
| Flujo de Entrada | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 | 56,00 |
| Flujo Acumulado | 1775,95 | 1775,95 | 1775,95 | 1775,95 | 1759,95 | 1743,95 | 1727,95 | 1711,95 | 1695,95 | 1679,95 | 1663,95 | 1647,95 | 1631,95 |
| Requerimiento de Agua | 93,24 | 93,24 | 93,24 | 93,24 | 93,24 | 92,40 | 91,56 | 90,72 | 89,88 | 89,04 | 88,20 | 87,36 | 86,52 |
| Semana | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| Flujo de Entrada | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 | 131,03 |
| Flujo Acumulado | 1690,99 | 1750,02 | 1809,05 | 1868,08 | 1927,12 | 1986,15 | 2045,18 | 2104,21 | 2163,25 | 2222,28 | 2281,31 | 2356,34 | 2431,38 |
| Requerimiento de Agua | 85,68 | 88,78 | 91,88 | 94,98 | 98,07 | 101,17 | 104,27 | 107,37 | 110,47 | 113,57 | 116,67 | 119,77 | 123,71 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.47 - Requerimiento de agua en regadío (años 9 y 10)

| | Año 9 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 |
| Flujo Acumulado | 2431,92 | 2432,46 | 2433,00 | 2433,54 | 2450,08 | 2466,62 | 2483,16 | 2499,71 | 2516,25 | 2532,79 | 2549,33 | 2565,87 | 2582,41 |
| Requerimiento de Agua | 127,65 | 127,68 | 127,70 | 127,73 | 127,76 | 128,63 | 129,50 | 130,37 | 131,23 | 132,10 | 132,97 | 133,84 | 134,71 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 | 72,54 |
| Flujo Acumulado | 2523,92 | 2465,43 | 2406,94 | 2348,45 | 2289,95 | 2231,46 | 2172,97 | 2114,48 | 2055,99 | 1997,50 | 1939,01 | 1880,52 | 1790,02 |
| Requerimiento de Agua | 135,58 | 132,51 | 129,44 | 126,36 | 123,29 | 120,22 | 117,15 | 114,08 | 111,01 | 107,94 | 104,87 | 101,80 | 97,89 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 | 56,54 |
| Flujo Acumulado | 1790,02 | 1790,02 | 1790,02 | 1790,02 | 1774,02 | 1758,02 | 1742,02 | 1726,02 | 1710,02 | 1694,02 | 1678,02 | 1662,02 | 1646,02 |
| Requerimiento de Agua | 93,98 | 93,98 | 93,98 | 93,98 | 93,98 | 93,14 | 92,30 | 91,46 | 90,62 | 89,78 | 88,94 | 88,10 | 87,26 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 | 132,39 |
| Flujo Acumulado | 1705,87 | 1765,72 | 1825,57 | 1885,42 | 1945,26 | 2005,11 | 2064,96 | 2124,81 | 2184,66 | 2244,51 | 2304,35 | 2364,20 | 2424,05 |
| Requerimiento de Agua | 86,42 | 89,36 | 92,70 | 95,84 | 98,98 | 102,13 | 105,27 | 108,41 | 111,55 | 114,69 | 117,84 | 120,98 | 124,96 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 |
| Flujo Acumulado | 2456,59 | 2457,13 | 2457,67 | 2458,21 | 2474,76 | 2491,30 | 2507,84 | 2524,38 | 2540,92 | 2557,46 | 2574,00 | 2590,54 | 2607,09 |
| Requerimiento de Agua | 128,94 | 128,97 | 129,00 | 129,03 | 129,06 | 129,92 | 130,79 | 131,66 | 132,53 | 133,40 | 134,27 | 135,14 | 136,00 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 | 73,08 |
| Flujo Acumulado | 2547,78 | 2488,47 | 2429,16 | 2369,86 | 2310,55 | 2251,24 | 2191,94 | 2132,63 | 2073,32 | 2014,01 | 1954,71 | 1895,40 | 1804,09 |
| Requerimiento de Agua | 136,87 | 133,76 | 130,64 | 127,53 | 124,42 | 121,30 | 118,19 | 115,08 | 111,96 | 108,85 | 105,74 | 102,62 | 98,67 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 | 57,08 |
| Flujo Acumulado | 1804,09 | 1804,09 | 1804,09 | 1804,09 | 1788,09 | 1772,09 | 1756,09 | 1740,09 | 1724,09 | 1708,09 | 1692,09 | 1676,09 | 1660,09 |
| Requerimiento de Agua | 94,71 | 94,71 | 94,71 | 94,71 | 93,87 | 93,03 | 92,19 | 91,35 | 90,51 | 89,67 | 88,83 | 87,99 | 87,99 |
| Semana | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Entrada | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 | 133,74 |
| Flujo Acumulado | 1720,76 | 1781,42 | 1842,08 | 1902,75 | 1963,41 | 2024,08 | 2084,74 | 2145,40 | 2206,07 | 2266,73 | 2327,40 | 2404,06 | 2480,72 |
| Requerimiento de Agua | 87,15 | 90,34 | 93,52 | 96,71 | 99,89 | 103,08 | 106,26 | 109,45 | 112,63 | 115,82 | 119,00 | 122,19 | 126,21 |

Fuente: Elaboración propia

O. Cálculo de proyección para precio del combustible

Metodología

Para proyectar el precio del Diesel se utilizarán las proyecciones realizadas por la Comisión Nacional de Energía para el precio del crudo Brent.

En primera instancia se compararán las variaciones del precio del diésel en Valparaíso con las variaciones del precio del crudo Brent. Al comprobar su comportamiento similar se utilizarán las proyecciones del crudo Brent como base para el cálculo de las variaciones para el diésel.

Justificación

Luis Espinoza (Profesional con Magíster en Energética e Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Nacional de Ingeniería) en su artículo publicado en ESAN (Institución académica de posgrado en Administración, Perú) “Analizando el precio del petróleo y su influencia en el mercado local” indica que el precio del petróleo Brent tiene estrecha relación con el comportamiento de los precios de sus derivados.

Metodología Aplicada

La tabla 11.48 muestra los precios históricos del crudo Brent según los datos obtenidos de euroinvestor:

Tabla 11.48 - Histórico de precios del Crudo Brent

| Mes | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Enero | 115,59 | 106,46 | 52,49 | 35,91 | 55,55 |
| Febrero | 111,12 | 108,79 | 62,1 | 36,55 | 56,43 |
| Marzo | 110,01 | 107,74 | 54,94 | 40,28 | 53,57 |
| Abril | 101,94 | 108,18 | 66,62 | 47,38 | 51,86 |
| Mayo | 100,22 | 109,45 | 65,35 | 49,68 | 50,55 |
| Junio | 102,07 | 112,35 | 63,4 | 50,08 | 48,89 |
| Julio | 107,69 | 105,73 | 51,7 | 43,39 | - |
| Agosto | 114,05 | 103,11 | 53,2 | 48,8 | - |
| Septiembre | 108,4 | 94,73 | 48,38 | 50,02 | - |
| Octubre | 108,9 | 85,96 | 49,46 | 48,51 | - |
| Noviembre | 109,97 | 69,99 | 44,43 | 51,35 | - |
| Diciembre | 110,59 | 57,54 | 37,57 | 56,73 | - |

Los datos representan el dato medido el último día de cada mes.

La unidad de medida de los datos es en Dólares por cada 42 Galones

Fuente: Elaboración propia a través de datos consultados en euroinvestor

La Tabla 11.49 muestra los precios históricos del diésel según los reportes de la comisión nacional de energía:

Tabla 11.49 - Histórico de precios del Diesel

| Mes | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Enero | 604 | 647,11 | 541,42 | 433,63 | 481,68 |
| Febrero | 607,89 | 654,16 | 483,11 | 400,63 | 483,84 |
| Marzo | 641,76 | 676,97 | 497,37 | 381,58 | 484 |
| Abril | 600,55 | 664,18 | 511,95 | 402,63 | 480,26 |
| Mayo | 576,32 | 686,16 | 511,21 | 402,47 | 488,28 |
| Junio | 592,53 | 665,47 | 528,47 | 429,21 | 478,63 |
| Julio | 612,74 | 680,37 | 529,16 | 452,26 | - |
| Agosto | 636,26 | 669,06 | 514,37 | 441,95 | - |
| Septiembre | 645,95 | 667,94 | 494,05 | 436,79 | - |
| Octubre | 619,05 | 672,78 | 486,95 | 445,84 | - |
| Noviembre | 612,79 | 653,58 | 477,47 | 468,47 | - |
| Diciembre | 618,26 | 629,89 | 476,05 | 460,84 | - |
| Los datos representan el dato promedio del mes | | | | | |
| La unidad de medida de los datos es en CLP por Litro | | | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos reportados por la CNE

Para comparar ambos precios del mercado es necesario compararlos en la misma unidad de medida. Para esto es necesario transformar las unidades de medidas, se realizarán las siguientes operaciones:

- Utilizará el dólar observado por mes y año para multiplicar los datos indicados en la tabla 11.50 con el fin de transformar la unidad de medida de CLP a Dólares,
- Se multiplicará cada dato obtenido por 3,78541 para transformar las unidades de Litros a Galones.
- Se multiplicará cada dato obtenido por 42 debido a que la tabla de precio de Crudo Brent especifica el precio para 42 galones.

Tabla 11.50 - Dólar observado

| Mes | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Enero | 472,67 | 537,03 | 620,91 | 721,95 | 661,19 |
| Febrero | 472,34 | 554,41 | 623,62 | 704,08 | 643,21 |
| Marzo | 472,48 | 563,84 | 628,50 | 682,07 | 661,20 |
| Abril | 472,14 | 554,64 | 614,73 | 669,93 | 655,74 |
| Mayo | 479,58 | 555,40 | 607,60 | 681,87 | 671,54 |
| Junio | 502,89 | 553,06 | 629,99 | 681,07 | 665,15 |
| Julio | 504,96 | 558,21 | 650,14 | 657,57 | - |
| Agosto | 512,59 | 579,05 | 688,12 | 658,89 | - |
| Septiembre | 504,57 | 593,47 | 691,73 | 668,63 | - |
| Octubre | 500,81 | 589,98 | 685,31 | 663,92 | - |
| Noviembre | 519,25 | 592,46 | 704,00 | 666,12 | - |
| Diciembre | 529,45 | 612,92 | 704,24 | 667,17 | - |
| Datos en CLP | | | | | |

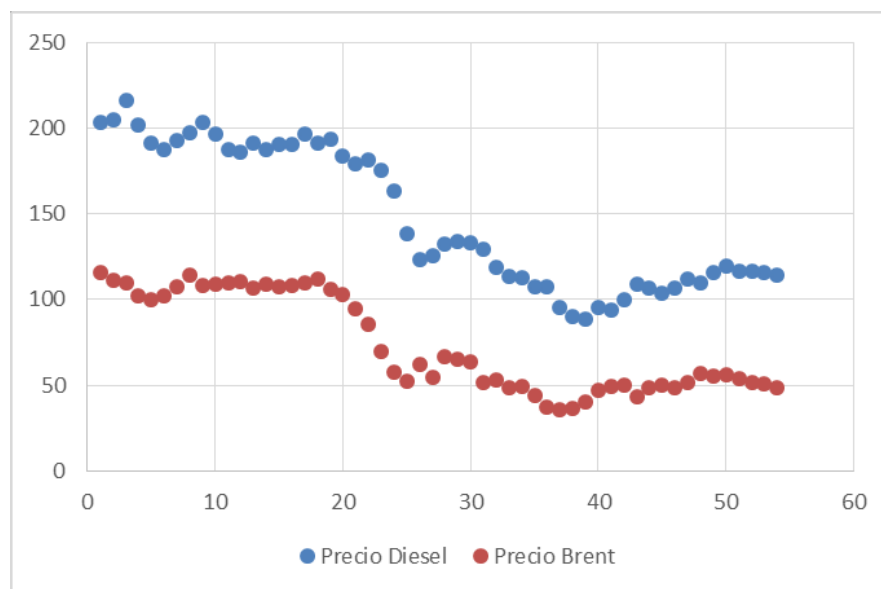
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos reportados por el Banco Central

Tabla 11.51 - Histórico de precios del Diesel reajustado en Dólares por 42 Galones

| Mes | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Enero | 203,16 | 191,58 | 138,63 | 95,49 | 115,82 |
| Febrero | 204,61 | 187,59 | 123,17 | 90,47 | 119,59 |
| Marzo | 215,95 | 190,89 | 125,82 | 88,94 | 116,38 |
| Abril | 202,23 | 190,39 | 132,41 | 95,55 | 116,44 |
| Mayo | 191,06 | 196,42 | 133,77 | 93,84 | 115,60 |
| Junio | 187,33 | 191,30 | 133,37 | 100,19 | 114,40 |
| Julio | 192,92 | 193,78 | 129,40 | 109,35 | 112,48 |
| Agosto | 197,35 | 183,70 | 118,84 | 106,64 | |
| Septiembre | 203,54 | 178,94 | 113,55 | 103,86 | |
| Octubre | 196,53 | 181,30 | 112,97 | 106,76 | |
| Noviembre | 187,63 | 175,39 | 107,83 | 111,81 | |
| Diciembre | 185,66 | 163,39 | 107,47 | 109,82 | |

Fuente: Elaboración propia

Se comparan los comportamientos del precio del Crudo Brent y el Diesel reajustado en la Figura 11.10:

Figura 11.10 - Gráfica comparativa del Crudo Brent y Diesel reajustado

Fuente: Elaboración Propia

Es posible observar un comportamiento similar entre las variaciones del precio del Crudo Brent y el Diesel.

A continuación, en la Tabla 11.52 se muestran las proyecciones realizadas por la CNE para el Crudo Brent:

Tabla 11.52 - Proyección del precio del crudo Brent

| Año | Brent Low Price |
|---------------------------------|------------------------|
| 2017 | 52,7 |
| 2018 | 53,87 |
| 2019 | 56,38 |
| 2020 | 58,56 |
| 2021 | 60,21 |
| 2022 | 61,91 |
| 2023 | 62,96 |
| 2024 | 63,92 |
| 2025 | 65,18 |
| 2026 | 66,5 |
| 2027 | 67,74 |
| 2028 | 68,5 |
| Datos en Dólares por 42 Galones | |

Fuente: Elaboración personal a partir de los datos obtenidos de la CNE

Al comparar la variación porcentual del precio proyectado del crudo Brent se obtienen las siguientes variaciones.

Tabla 11.53 - Variación porcentual del Precio del Crudo Brent

| Año | Brent Low Price | Índice de Aumento/Disminución |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| 2017 | 52,7 | - |
| 2018 | 53,87 | 1,02 |
| 2019 | 56,38 | 1,05 |
| 2020 | 58,56 | 1,04 |
| 2021 | 60,21 | 1,03 |
| 2022 | 61,91 | 1,03 |
| 2023 | 62,96 | 1,02 |
| 2024 | 63,92 | 1,02 |
| 2025 | 65,18 | 1,02 |
| 2026 | 66,5 | 1,02 |
| 2027 | 67,74 | 1,02 |
| 2028 | 68,5 | 1,01 |
| Datos en Dólares por 42 Galones | | |

Fuente: Elaboración personal a partir de los datos obtenidos de la CNE

Al multiplicar los índices calculados por el precio social del diésel actual se obtendrá la proyección del precio del diésel, se muestran los resultados en la tabla 11.54:

Tabla 11.54 - Proyección del precio del Diesel

| Año | Índice de Aumento/Disminución | Precio Social Actual | Proyección |
|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 2017 | - | 319 | |
| 2018 | 1,02 | - | 325,38 |
| 2019 | 1,05 | - | 341,65 |
| 2020 | 1,04 | - | 355,31 |
| 2021 | 1,03 | - | 365,97 |
| 2022 | 1,03 | - | 376,95 |
| 2023 | 1,02 | - | 384,49 |
| 2024 | 1,02 | - | 392,18 |
| 2025 | 1,02 | - | 400,03 |
| 2026 | 1,02 | - | 408,03 |
| 2027 | 1,02 | - | 416,19 |
| 2028 | 1,01 | - | 420,35 |
| Precios en CLP | | | |

Fuente: Elaboración propia

P. Calculo del consumo anual de combustible

Para calcular el consumo de combustibles se utilizarán los datos obtenidos del Anexo I – Cálculo del uso de vehículos y maquinarias, y el rendimiento de combustible de cada vehículo o maquinaria.

Rendimiento del Camión $\frac{3}{4}$

Se considera un rendimiento de combustible para el camión $\frac{3}{4}$ de 7.53 Km/l esto según los resultados de los estudios elaborados por CIMA Ingeniería, Análisis de la Eficiencia Energética en el transporte interurbano de carga [CIMA07]

Rendimiento de la Chipeadora

Se considera un rendimiento de combustible para la chipeadora de 7,84 litros/hora, esto en base al rendimiento a media carga de una chipeadora Bandit 990XP¹⁹.

Rendimiento del minicargador frontal

Se considera un rendimiento de combustible para el minicargador frontal de 2.9 l/h, esto en base a un minicargador con una potencia de carga similar a un JCB 190²⁰.

¹⁹ Disponible en <https://www.treeservicesmagazine.com/arborist-gear/product-spotlight/product-spotlight-chippers/>

²⁰ Disponible en <http://ctcmaquinaria.e.telefonica.net/minicargadoras.html>

La tabla 11.55 muestra el cálculo del consumo de combustible de los vehículos y maquinarias para el periodo 1 del proyecto.

Tabla 11.55 - Consumo de combustible anual. Periodo 1

| Vehículo/Maquinaria | Uso anual de vehículo/maquinaria | Rendimiento de combustible | Consumo anual de combustible |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Camión 3/4 | 4.524,49 Km | 7,53 Km/l | 600,86 |
| Chipeadora | 25,07 h | 7,84 l/h | 196,55 |
| Minicargador frontal | 183,87 h | 2,9 l/h | 533,22 |
| | | Total | 1.330,63 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11.56 se detalla el total de consumo anual de combustible para cada periodo del proyecto. El consumo de combustible del camión y chipeadora se mantienen constante, mientras que el consumo del minicargador varía a lo largo del proyecto.

Tabla 11.56 - Consumos anuales de combustible

| Periodo | Tipo | Rendimiento | Uso anual | Uso Anual de combustible (l) |
|---------|--------------|--|---|------------------------------|
| | | Camión (km/lt) Minicargador (l/h) Chipeadora (l/h) | Camión (Km) Minicargador (h) Chipeadora (h) | |
| 1 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 183,87 | 533,22 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 2 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 186 | 538,52 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 3 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 187 | 543,04 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 4 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 189 | 549,38 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 5 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 191 | 554,67 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 6 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 193 | 559,67 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 7 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 195 | 564,96 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 8 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 197 | 570,77 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |

| | | | | |
|----|--------------|------|---------|--------|
| 9 | Minicargador | 2,90 | 198 | 575,29 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |
| 10 | Camion | 7,53 | 4524,49 | 600,86 |
| | Minicargador | 2,90 | 200 | 581,10 |
| | Chipedora | 7,84 | 25,07 | 196,55 |

Fuente: Elaboración propia

Q. Calculo de presupuesto para el consumo de combustible

El cálculo del presupuesto para el consumo de combustible se calcula en base al consumo anual de combustible calculado en el Anexo P y los precios de combustible calculados en el Anexo O. La siguiente tabla muestra los valores presupuestarios del combustible por año transcurrido del proyecto.

Tabla 11.57 - Costo social anual del combustible

| Año | Precio Social del combustible | Consumo anual del combustible (l) | Costo Social anual del combustible |
|------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 2018 | \$325,38 | 1.330,63 | \$432.960 |
| 2019 | \$341,65 | 1.330,63 | \$454.610 |
| 2020 | \$355,31 | 1.330,63 | \$472.786 |
| 2021 | \$365,97 | 1.330,63 | \$486.971 |
| 2022 | \$376,95 | 1.330,63 | \$501.581 |
| 2023 | \$384,49 | 1.330,63 | \$511.614 |
| 2024 | \$392,18 | 1.330,63 | \$521.846 |
| 2025 | \$400,03 | 1.330,63 | \$532.292 |
| 2026 | \$408,03 | 1.330,63 | \$542.937 |
| 2027 | \$416,19 | 1.330,63 | \$553.795 |
| 2028 | \$420,35 | 1.330,63 | \$559.330 |

Fuente: Elaboración propia

R. Costos de mantención

En el proyecto se consideran los costos de mantención para el camión, el minicargador frontal y la chipeadora. Según las cotizaciones realizadas al taller Mecánica Automotriz Julio Villalobos (Anexo W.1) se tienen los siguientes costos para la mantención del minicargador y el camión.

Tabla 11.58 - Costos de mantención para el camión y el minicargador

| Máquina/Vehículo | Costo de Mantención Preventiva | Costo Social de Mantención Preventiva (Sin IVA) | Mantención cada | Costo de mantención presencial (hr) | *Costo Social de mantención vehicular (hr) |
|--|--------------------------------|---|-----------------|-------------------------------------|--|
| Camión Hyundai HD 78 | \$250.000 | \$210.084 | 10000 km | \$30.000 | \$4.353 |
| Mini Tractor Frontal JCB 190 | \$280.000 | \$235.294 | 60 horas | \$30.000 | \$4.353 |
| *Costo social de mantención vehicular según el MDS | | | | | |

Fuente: Elaboración propia a través de la cotización realizada al taller Mecánica Automotriz Julio Villalobos y los precios sociales del MDS

Para la mantención de la chipeadora se considerará la licitación realizada por la Municipalidad de Zapallar en la que se solicita \$2.764.647 (IVA incluido) para la mantención preventiva para las 200 horas de uso de la maquinaria [MUNIZAPALLAR16].

Se tiene que el uso vehicular es de 4.525,49 Km anuales para el camión, 25,07 h para la chipeadora y 183,87 h para el minicargador frontal (Ver Anexo I). Tomando en consideración el uso se tienen los siguientes resultados para los periodos de mantención.

Tabla 11.59 - Estimación de Mantenciones

| Maquinaria/Vehículo | Uso anual | Mantención preventiva a los ... | Mantenciones estimadas |
|----------------------|-------------|---------------------------------|------------------------|
| Camión | 4.525,49 Km | 10.000 Km | Una cada 2 años |
| Minicargador frontal | 183,87 h | 60 h | 3 veces al año |
| Chipeadora | 25,07 h | 200 h | Una al octavo año |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.60 - Costos por mantención

| Detalle | *Costo de mantención Preventiva anual | Costo de mantención preventiva (Sin IVA) |
|--|---------------------------------------|--|
| Mantención de Camión | \$254.353 | \$213.742 |
| Mantención de Minicargador frontal | \$284.353 | \$238.952 |
| Mantención de Chipeadora | \$2.764.647 | \$2.323.233 |
| *Se considera una hora hombre utilizada en la mantención preventiva para el minicargador frontal y el camión | | |

Fuente: Elaboración propia

S. Variaciones por escenario

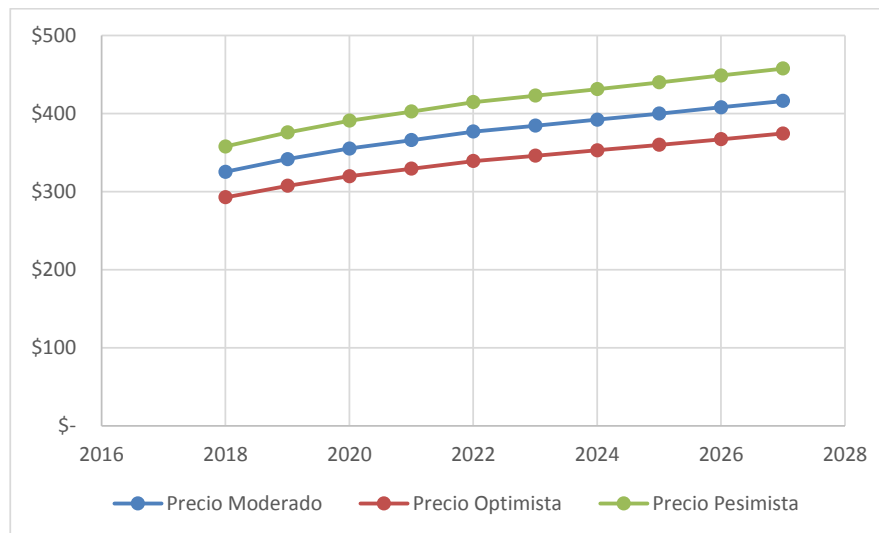
Para los escenarios del precio del combustible se propone un escenario moderado en el cual se mantengan los datos proyectado en el Anexo O sin variaciones, para el escenario optimista se disminuye un 10% los precios anuales proyectados, y para el escenario pesimista se aumentan un 10% los precios proyectados. La tabla 11.61 muestra las variaciones del precio del combustible por escenario.

Tabla 11.61 - Escenarios del precio del combustible

| Periodo | Precio Moderado | Precio Optimista | Precio Pesimista |
|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 2018 | \$325 | \$293 | \$358 |
| 2019 | \$342 | \$307 | \$376 |
| 2020 | \$355 | \$320 | \$391 |
| 2021 | \$366 | \$329 | \$403 |
| 2022 | \$377 | \$339 | \$415 |
| 2023 | \$384 | \$346 | \$423 |
| 2024 | \$392 | \$353 | \$431 |
| 2025 | \$400 | \$360 | \$440 |
| 2026 | \$408 | \$367 | \$449 |
| 2027 | \$416 | \$375 | \$458 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.11 - Gráfica de precios del combustible por escenario



Fuente: Elaboración Propia

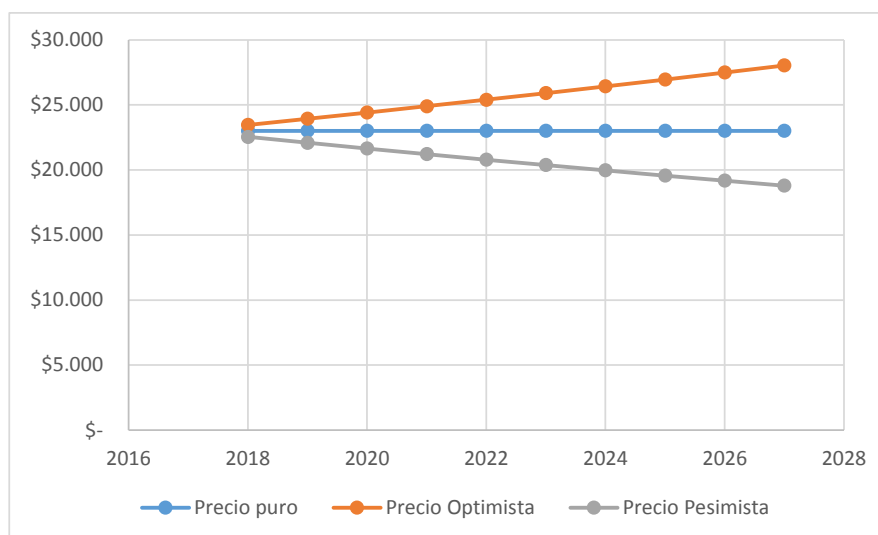
Para las variaciones del compost se propone un escenario moderado en el cual se mantenga el precio de mercado promedio mostrado en la tabla 8.10, un escenario optimista en el cual aumente su precio anualmente un 2%, y por último un escenario pesimista en el cual el precio disminuya un 2% anual. La tabla 11.62 muestra los escenarios propuestos:

Tabla 11.62 - Escenarios del precio del Compost

| Periodo | Precio puro | Precio Optimista | Precio Pesimista |
|---------|-------------|------------------|------------------|
| 2018 | \$23.004 | \$23.464 | \$22.544 |
| 2019 | \$23.004 | \$23.933 | \$22.093 |
| 2020 | \$23.004 | \$24.412 | \$21.651 |
| 2021 | \$23.004 | \$24.900 | \$21.218 |
| 2022 | \$23.004 | \$25.398 | \$20.794 |
| 2023 | \$23.004 | \$25.906 | \$20.378 |
| 2024 | \$23.004 | \$26.424 | \$19.970 |
| 2025 | \$23.004 | \$26.953 | \$19.571 |
| 2026 | \$23.004 | \$27.492 | \$19.180 |
| 2027 | \$23.004 | \$28.042 | \$18.796 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.12 - Gráfica de precios del compost por escenario



Fuente: Elaboración Propia

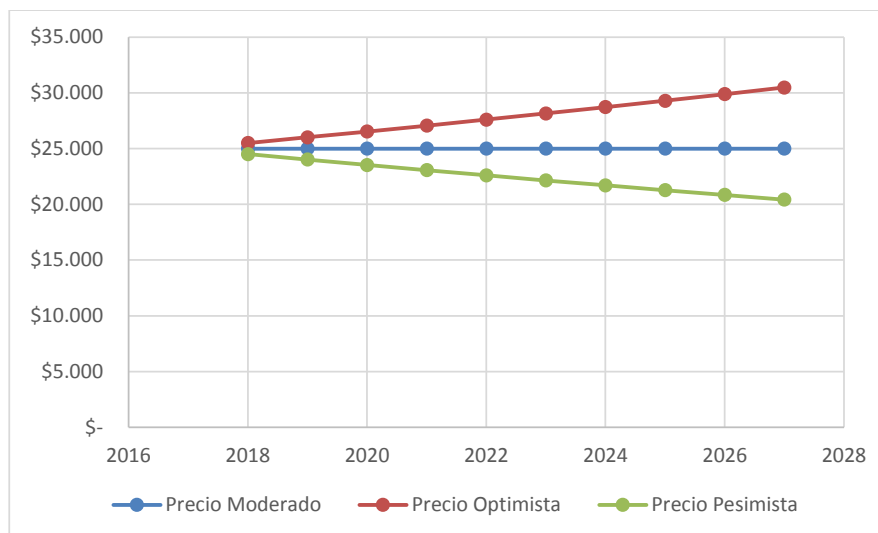
Para las variaciones del ahorro municipal por tonelada tratada se propone un escenario moderado en el cual se mantenga el precio mencionado por la unidad de medio ambiente, un escenario optimista en el cual aumente su precio anualmente un 2%, y por último un escenario pesimista en el cual el precio disminuya un 2% anual. La tabla 11.63 muestra los escenarios propuestos:

Tabla 11.63 – Escenarios del ahorro municipal por tonelada tratada

| Periodo | Precio Moderado | Precio Optimista | Precio Pesimista |
|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 2018 | \$25.000 | \$25.500 | \$24.500 |
| 2019 | \$25.000 | \$26.010 | \$24.010 |
| 2020 | \$25.000 | \$26.530 | \$23.530 |
| 2021 | \$25.000 | \$27.061 | \$23.059 |
| 2022 | \$25.000 | \$27.602 | \$22.598 |
| 2023 | \$25.000 | \$28.154 | \$22.146 |
| 2024 | \$25.000 | \$28.717 | \$21.703 |
| 2025 | \$25.000 | \$29.291 | \$21.269 |
| 2026 | \$25.000 | \$29.877 | \$20.844 |
| 2027 | \$25.000 | \$30.475 | \$20.427 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.13 - Ahorro municipal por tonelada tratada según escenarios



Fuente: Elaboración propia

T. Flujos de Escenarios

A continuación, se presentan los flujos para cada uno de los seis escenarios evaluados.

Tabla 11.64 - Escenario 1: Escenario puro sin cambios en la licitación

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INVERSIÓN INICIAL | \$ 205.814.527 | | | | | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | | | | | | |
| Donaciones a PRODESAL | | | | | | | | | | | |
| M3 de Compost | | 1311,88 | 1324,03 | 1335,81 | 1350,79 | 1363,70 | 1376,62 | 1389,53 | 1402,44 | 1415,36 | 1428,27 |
| Precio por M3 | | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 |
| Menor disposición en Vertedero | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Precio por tonelada | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Menor emisión de CO2 | | \$10.305.342 | \$10.387.278 | \$10.466.697 | \$10.567.618 | \$10.654.665 | \$10.741.712 | \$10.828.759 | \$10.915.806 | \$11.002.852 | \$11.089.899 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| tonCo2/ton de residuo ahorrado | | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 |
| Precio social del ahorro en emisión | | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 |
| COSTOS OPERACIONALES | | \$ -34.672.639 | \$ -36.650.129 | \$ -36.474.063 | \$ -36.729.924 | \$ -36.553.445 | \$ -36.803.123 | \$ -36.625.718 | \$ -39.199.542 | \$ -36.699.189 | \$ -36.944.665 |
| CAMBIOS DE VEHICULOS/MAQUINARIAS | | | | | | | | | | | |
| Camion 3/4 | | | | | | | | | | | |
| Minicargador frontal | | | | | | | | | | | |
| RESULTADO OPERACIONAL | | \$7.305.118 | \$5.703.046 | \$6.242.997 | \$6.449.544 | \$7.024.858 | \$7.174.015 | \$7.750.256 | \$44.616.756 | \$8.474.457 | \$8.627.816 |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | |
| FLUIJO | \$ -205.814.527 | \$7.305.118 | \$5.703.046 | \$6.242.997 | \$6.449.544 | \$7.024.858 | \$7.174.015 | \$7.750.256 | -\$44.616.756 | \$8.474.457 | \$158.670.674 |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| VAN Social | \$ -96.615.000 |
| TIR Social | -2% |
| Tasa de Descuento | 6% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.65 - Escenario 2: Escenario optimista sin cambios en la licitación

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INVERSIÓN INICIAL | \$ 205,814,527 | | | | | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | | | | | | |
| Donaciones a PRODESAL | | | | | | | | | | | |
| M3 de Compost | | 1311,88 | 1324,03 | 1335,81 | 1350,79 | 1363,70 | 1376,62 | 1389,53 | 1402,44 | 1415,36 | 1428,27 |
| Precio por M3 | | \$24,626 | \$25,118 | \$25,621 | \$26,133 | \$26,656 | \$27,189 | \$27,733 | \$28,287 | \$28,853 | \$29,430 |
| Menor disposición en Vertedero | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Precio por tonelada | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Menor emisión de CO2 | | \$10,305,342 | \$10,387,278 | \$10,466,697 | \$10,567,618 | \$10,654,665 | \$10,741,712 | \$10,828,759 | \$10,915,806 | \$11,002,852 | \$11,089,899 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| tonCo2/ton de residuo ahorrado | | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 |
| Precio social del ahorro en emisión | | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 |
| COSTOS OPERACIONALES | | \$ -34,672,639 | \$ -36,650,129 | \$ -36,474,063 | \$ -36,729,924 | \$ -36,553,445 | \$ -36,803,123 | \$ -36,625,718 | \$ -39,199,542 | \$ -36,699,189 | \$ -36,944,665 |
| CAMBIOS DE VEHICULOS/MAQUINARIAS | | | | | | | | | | | |
| Camion 3/4 | | | | | | | | | | | |
| Mifincargador frontal | | | | | | | | | | | |
| RESULTADO OPERACIONAL | | \$7,938,566 | \$6,994,469 | \$8,216,977 | \$9,137,809 | \$10,451,577 | \$11,367,077 | \$12,738,247 | \$38,804,540 | \$15,140,925 | \$16,179,309 |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | \$ 150,042,858 |
| FLUJO | \$ -205,814,527 | \$7,938,566 | \$6,994,469 | \$8,216,977 | \$9,137,809 | \$10,451,577 | \$11,367,077 | \$12,738,247 | -\$38,804,540 | \$15,140,925 | \$166,222,167 |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| VAN Social | \$ -71,919,876 |
| TIR Social | 0% |
| Tasa de Descuento | 6% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.66 - Escenario 3: Escenario pesimista sin cambios en la licitación

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INVERSIÓN INICIAL | \$ 205,814,527 | | | | | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | | | | | | |
| Donaciones a PRODESAL | | | | | | | | | | | |
| M3 de Compost | | 1311,88 | 1324,03 | 1335,81 | 1350,79 | 1363,70 | 1376,62 | 1389,53 | 1402,44 | 1415,36 | 1428,27 |
| Precio por M3 | | \$23,660 | \$23,187 | \$22,723 | \$22,269 | \$21,823 | \$21,387 | \$20,959 | \$20,540 | \$20,129 | \$19,726 |
| Menor disposición en Vertedero | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Precio por tonelada | | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Menor emisión de CO2 | | \$10,305,342 | \$10,387,278 | \$10,466,697 | \$10,567,618 | \$10,654,665 | \$10,741,712 | \$10,828,759 | \$10,915,806 | \$11,002,852 | \$11,089,899 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| tonCo2/ton de residuo ahorrado | | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 |
| Precio social del ahorro en emisión | | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 | \$21,687 |
| COSTOS OPERACIONALES | | \$ -34,672,639 | \$ -36,650,129 | \$ -36,474,063 | \$ -36,729,924 | \$ -36,553,445 | \$ -36,809,123 | \$ -36,625,718 | \$ -39,199,542 | \$ -36,699,189 | \$ -36,944,665 |
| CAMBIOS DE VEHICULOS/MAQUINARIAS | | | | | | | | | | | |
| Camion 3/4 | | | | | | | | | | | |
| Minicar/gador frontal | | | | | | | | | | | |
| RESULTADO OPERACIONAL | | \$6,671,670 | \$4,437,197 | \$4,346,417 | \$3,917,826 | \$3,861,581 | \$3,379,938 | \$3,326,235 | \$49,669,771 | \$2,793,486 | \$2,320,014 |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | \$ 150,042,858 |
| FLUJO | \$ -205,814,527 | \$6,671,670 | \$4,437,197 | \$4,346,417 | \$3,917,826 | \$3,861,581 | \$3,379,938 | \$3,326,235 | -\$49,669,771 | \$2,793,486 | \$152,362,872 |

| | |
|--------------------------|-----------------|
| VAN Social | \$ -118,650,631 |
| TIR Social | -4% |
| Tasa de Descuento | 6% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.67 - Escenario 4: Escenario puro con cambios en la licitación

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| INVERSIÓN INICIAL | \$ 205.814.527 | | | | | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | | | | | | |
| Donaciones a PRODESAL | | | | | | | | | | | |
| M3 de Compost | | 1311,88 | 1324,03 | 1335,81 | 1350,79 | 1363,70 | 1376,62 | 1389,53 | 1402,44 | 1415,36 | 1428,27 |
| Precio por M3 | | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 | \$24.143 |
| Menor disposición en Vertedero | | | | | | | | | | | |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Precio por tonelada | | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 | \$25.000 |
| Menor emisión de CO2 | | | | | | | | | | | |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| tonCo2/ton de residuo ahorrado | | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 |
| Precio social del ahorro en emisión | | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 |
| COSTOS OPERACIONALES | | | | | | | | | | | |
| CAMBIOS DE VEHICULOS/MAQUINARIAS | | | | | | | | | | | |
| Camion 3/4 | | | | | | | | | | | |
| Minicargador frontal | | | | | | | | | | | |
| RESULTADO OPERACIONAL | | | | | | | | | | | |
| | | \$53.172.418 | \$51.935.030 | \$52.828.458 | \$53.484.191 | \$54.446.935 | \$54.983.523 | \$55.947.194 | \$3.967.612 | \$57.446.255 | \$57.987.044 |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | |
| | | \$53.172.418 | \$51.935.030 | \$52.828.458 | \$53.484.191 | \$54.446.935 | \$54.983.523 | \$55.947.194 | \$3.967.612 | \$57.446.255 | \$57.987.044 |
| FLUJO | | | | | | | | | | | |
| | \$ -205.814.527 | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| VAN Social | \$ 232.641.608 |
| TIR Social | 24% |
| Tasa de Descuento | 6% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.68 - Escenario 5: Escenario Optimista con cambio en la licitación

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INVERSIÓN INICIAL | \$ 205.814.527 | | | | | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | | | | | | |
| Donaciones a PRODESAL | | | | | | | | | | | |
| M3 de Compost | | \$32.305.863 | \$33.257.320 | \$34.224.343 | \$35.300.115 | \$36.350.357 | \$37.428.489 | \$38.535.206 | \$39.671.220 | \$40.837.261 | \$42.034.075 |
| Precio por M3 | | 1311,88 | 1324,03 | 1335,81 | 1350,79 | 1363,70 | 1376,62 | 1389,53 | 1402,44 | 1415,36 | 1428,27 |
| Menor disposición en Verdeadero | | \$24.626 | \$25.118 | \$25.621 | \$26.133 | \$26.656 | \$27.189 | \$27.733 | \$28.287 | \$28.853 | \$29.430 |
| Toneladas Recolectadas | | \$46.784.646 | \$48.099.756 | \$49.436.864 | \$50.911.814 | \$52.357.805 | \$53.841.271 | \$55.363.132 | \$56.924.331 | \$58.525.832 | \$60.168.624 |
| Precio por tonelada | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Menor emisión de CO2 | | \$25.500 | \$26.010 | \$26.530 | \$27.061 | \$27.602 | \$28.154 | \$28.717 | \$29.291 | \$29.877 | \$30.475 |
| Toneladas Recolectadas | | \$10.305.342 | \$10.387.278 | \$10.466.697 | \$10.567.618 | \$10.654.665 | \$10.741.712 | \$10.828.759 | \$10.915.806 | \$11.002.852 | \$11.089.899 |
| tonCo2/ton de residuo ahorrado | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Precio social del ahorro en emisión | | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 |
| COSTOS OPERACIONALES | | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 |
| CAMBIOS DE VEHICULOS/MAQUINARIAS | | \$ -34.672.639 | \$ -36.650.129 | \$ -36.474.063 | \$ -36.729.924 | \$ -36.553.445 | \$ -36.803.123 | \$ -36.625.718 | \$ -39.199.542 | \$ -36.699.189 | \$ -36.944.665 |
| Camion 3/4 | | | | | | | | | | | |
| Minicargador frontal | | | | | | | | | | | |
| RESULTADO OPERACIONAL | | \$54.723.212 | \$55.094.224 | \$57.653.841 | \$60.049.624 | \$62.809.382 | \$65.208.348 | \$68.101.378 | \$73.666.757 | \$76.347.933 | |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | |
| FLUIJO | \$ -205.814.527 | \$54.723.212 | \$55.094.224 | \$57.653.841 | \$60.049.624 | \$62.809.382 | \$65.208.348 | \$68.101.378 | \$73.666.757 | \$76.347.933 | |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| VAN Social | \$ 292.829.915 |
| TIR Social | 27% |
| Tasa de Descuento | 6% |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11.69 - Escenario 6: Escenario pesimista con cambios en la licitación

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| INVERSIÓN INICIAL | \$ 205.814.527 | | | | | | | | | | |
| BENEFICIOS SOCIALES | | | | | | | | | | | |
| Donaciones a PRODESAL | | | | | | | | | | | |
| M3 de Compost | | 1311,88 | 1324,03 | 1335,81 | 1350,79 | 1363,70 | 1376,62 | 1389,53 | 1402,44 | 1415,36 | 1428,27 |
| Precio por M3 | | \$23.660 | \$23.187 | \$22.723 | \$22.269 | \$21.823 | \$21.387 | \$20.959 | \$20.540 | \$20.129 | \$19.726 |
| Menor disposición en Vertedero | | \$44.949.954 | \$44.401.197 | \$43.845.864 | \$43.383.261 | \$42.865.802 | \$42.351.688 | \$41.840.992 | \$41.333.784 | \$40.830.127 | \$40.330.083 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| Precio por tonelada | | \$24.500 | \$24.010 | \$23.530 | \$23.059 | \$22.598 | \$22.146 | \$21.703 | \$21.269 | \$20.844 | \$20.427 |
| Menor emisión de CO2 | | \$10.305.342 | \$10.387.278 | \$10.466.697 | \$10.567.618 | \$10.654.665 | \$10.741.712 | \$10.828.759 | \$10.915.806 | \$11.002.852 | \$11.089.899 |
| Toneladas Recolectadas | | 1835 | 1849 | 1863 | 1881 | 1897 | 1912 | 1928 | 1943 | 1959 | 1974 |
| tonCo2/ton de residuo ahorrado | | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 | 0,259 |
| Precio social del ahorro en emisión | | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 | \$21.687 |
| COSTOS OPERACIONALES | | \$ -34.672.639 | \$ -36.650.129 | \$ -36.474.063 | \$ -36.729.924 | \$ -36.553.445 | \$ -36.803.123 | \$ -36.625.718 | \$ -39.199.542 | \$ -36.699.189 | \$ -36.944.665 |
| CAMBIOS DE VEHICULOS/MAQUINARIAS | | | | | | | | | | | |
| Camion 3/4 | | | | | | | | | | | |
| Minicargador frontal | | | | | | | | | | | |
| RESULTADO OPERACIONAL | | \$51.621.624 | \$48.838.394 | \$48.192.281 | \$47.301.087 | \$46.727.383 | \$45.731.626 | \$45.167.228 | \$43.335.987 | \$43.623.613 | \$42.650.097 |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | |
| FLUJO | \$ -205.814.527 | \$51.621.624 | \$48.838.394 | \$48.192.281 | \$47.301.087 | \$46.727.383 | \$45.731.626 | \$45.167.228 | -\$8.335.987 | \$43.623.613 | \$ 150.042.858 |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| VAN Social | \$ 178.929.961 |
| TIR Social | 21% |
| Tasa de Descuento | 6% |

Fuente: Elaboración Propria

U. Anexo Planillas de Control y Reportes

U.1 Planilla – Control de Abastecimiento de residuos

Figura 11.14 - Planilla de Control de Abastecimiento de residuos

| PLANILLA | | | | | |
|---|----------------|---------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|
| <u>CONTROL DE ABASTECIMIENTO</u> | | | | | |
| Fecha Inicio del Control : _____ | | | | | N° |
| Fecha fin del Control : _____ | | | | | |
| Fecha | Hora de salida | Kilometraje Inicial | Hora de llegada | Kilometraje Final | Residuos Recolectados (Kg) |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | Total | |
| Informacion entregada a UMA: <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | | | | | Firma Responsable |

Fuente: Elaboración Propia.

U.2 Planilla – Control de Pilas

Figura 11.15 - Planilla de Control de pilas

| PLANILLA | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|--|---|--------------|---|--|
| <u>CONTROL DE PILAS</u> | | | | | | | |
| Fecha conformación de Pila | : | _____ | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100%; padding: 5px;">ID de Pila</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table> | | | ID de Pila | |
| ID de Pila | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Fecha maduración de Pila | : | _____ | | | | | |
| Fecha de Control | Parametros de Control | | | ¿Se aplicarán técnicas de estabilización? | | | |
| | Humedad | Temperatura | Ph | Volteo | Humectación | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | Total | | |
| Pila dispuesta en galpón: <input style="width: 30px; height: 15px;" type="checkbox"/> | | | | | | | |
| Informada a encargado PRODESAL: <input style="width: 30px; height: 15px;" type="checkbox"/> | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> Nota: Una vez completada la planilla, si la pila aun no ha cumplido su periodo de maduración se debe continuar con los registros en una nueva planilla manteniendo el N° de identificador para la pila observada. </td> </tr> </table> | | | | | | Nota: Una vez completada la planilla, si la pila aun no ha cumplido su periodo de maduración se debe continuar con los registros en una nueva planilla manteniendo el N° de identificador para la pila observada. | |
| Nota: Una vez completada la planilla, si la pila aun no ha cumplido su periodo de maduración se debe continuar con los registros en una nueva planilla manteniendo el N° de identificador para la pila observada. | | | | | | | |
| Firma Responsable | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

U.5 Reporte - Captación de Residuos:

Tabla 11.70 - Reporte de Captación de Residuos

| Fecha Inicio (dd/mm/aaaa) | Fecha Fin (dd/mm/aaaa) | Residuos Recolectados | Responsable |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

V. Anexo cotizaciones

V.1 Cotización de báscula Móvil

Figura 11.18 - Cotización de báscula móvil

CFL/050917 **PESAMATIC** 1

Santiago, 05 de septiembre de 2017
Cotización Nº: CFL/050917

Señores: Cristóbal Inostroza
Atención Sr. Cristóbal Inostroza

Ciudad: Quillota, V región.
E-mail: inostroza.cristobal@gmail.com

OFERTA TECNICO - ECONOMICA
BASCULA DE PESAJE DE CAMIONES POR EJE MARCA WALZ TIPO MÓVIL
MODELO AXW 30 TON

Estimado Señor,

Mediante la presente nos complace presentar nuestra Oferta Económica, en relación al suministro e instalación de una báscula de camiones por eje marca WALZ (USA) tipo móvil modelo AXW-30 para una capacidad de 30 Toneladas.

Quedando atentos a cualquier consulta y a la espera de sus gratas noticias.

Saluda atentamente,

Christian Figueroa L.
Ingeniero de Proyectos – División Industrial
✉ christian.figueroa@pesamatic.cl
☎ División Industrial: 56 2 2790 4000
📞 56 9 97311806

Fuente: Cotización elaborada por Pesamatic

Figura 11.19 - Especificaciones de báscula

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a PESAMATIC

Figura 11.20 - Báscula cotizada

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a PESAMATIC

Figura 11.21 - Cotización de báscula

CFL/050917

PESAMATIC

2.0.- OFERTA COMERCIAL WALZ AXW 30

| CANT | DESCRIPCION | PRECIO UNIT NETO |
|------|---|------------------|
| 1 | Báscula WALZ modelo AXW-30, Pesaje estático por ejes, incluye: - 02 Placas de pesaje metálicas capacidad 30 Ton. - 02 Rampas de goma para montaje sobre pavimento. - Indicador de peso Inteligente WALZ - Impresora integrada - Batería de autonomía 40 horas. - Ticket de pesaje tipo Rollo con datos Peso Bruto, peso por ejes, datos de operación. - Incluye entrega, instalación y capacitación en Quillota. | \$ 7.420.000 |

OPCIONAL

| CANT | DESCRIPCION | PRECIO UNIT NETO |
|------|--|------------------|
| 1 | Software de pesaje de camiones por ejes, incluye instalación y Capacitación en Quillota. | \$ 1.050.000.- |

3.0.- CONDICIONES GENERALES

3.1 Facturación
50% Anticipo contra Orden de compra, 50% Contra entrega de equipos. Otra forma a convenir.

3.2 Valores: en moneda nacional y no incluyen I.V.A.

3.3 Plazo De Entrega: Inmediata, previa verificación Stock o 3 a 4 semanas de la emisión de su OC y pago de anticipo.

3.4 Lugar De Entrega: Quillota, V región.

3.5 Garantías:
La garantía de los equipos es directa del fabricante y se extenderá por un período de 12 meses, con base en Santiago, Antofagasta, Concepción o Puerto Montt según corresponda, a contar de la fecha de entrega de los equipos.

La Garantía cubre todo defecto de diseño o construcción, de acuerdo a características de uso indicadas por el fabricante. La Garantía no cubre daños causados por instalaciones deficientes, transientes eléctricos externos, siniestros, fenómenos atmosféricos adversos, vandalismo, como tampoco intervenciones no realizadas por PESAMATIC.

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a PESAMATIC

V.2 Cotización de báscula fija

Figura 11.22 - Cotización de báscula fija



AUTOMATIZACION Y PESAJE INDUSTRIAL

COTIZACION 2017679

| | |
|--|---|
| <p>AL</p> <p>Cristóbal Osvaldo Inostroza Briones</p> <p><small>Egresado de Ingeniería Civil Industrial – Universidad de Valparaíso</small></p> | <p>De. Carlos Becerra G.</p> <p>e-mail : ventas@weightservices.cl carlos.a.becerra@weightservices.cl fono : +56 2 2527 6515 celular : +56 9 42091634 Skype : weight.services</p> |
|--|---|

06/09/ 2017






De nuestra mayor consideración:

RESUMEN EJECUTIVO

- Báscula Full electrónica para el pesaje de camiones sin foso, compuesta por **(04) celdas de carga** (transductores) que sustentan un equipo bridge (mecano), que da forma a una **báscula de 5 mt por 3 mt.** de ancho, conectadas a un indicador digital de peso.

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a WESE

Figura 11.23 - Especificaciones técnicas de báscula fija

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| | |
|-----------------|-------------------------------|
| TIPO | : BRIDGE FULL TRUCK MODULAR . |
| MODELO | : 5BMS.20T |
| CAPACIDAD | : 20.000 KILOS |
| GRADUACIÓN | : 10 KILOS |
| CANTIDAD CELDAS | : 4 |
| DIMENSIONES | : 5 x 3 MTS |

Prestaciones:

Báscula Fácil de desmontar, prácticamente una nula obra civil para su instalación, debido a que el peso muerto de esta misma es muy bajo, promedio 1000kg por modulo, y con rampas de acceso metálicas ancladas.






Especificaciones del puente o plataforma de 5 metros.

Estructura fabricada con vigas de acero IPN y UPN, en 2 módulos desmontables de 5mt x 1mt, 100% metálica, de esta forma obtener una báscula para camionetas completa con una capacidad máxima de 20 toneladas.

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a WESE

Figura 11.24 - Condiciones de servicio Weight Services

PRODUCTO

Weight Services Limitada, se compromete a entregar el servicio de pesaje bajo la modalidad de fabricación, montaje, puesta en marcha y plan de mantenimiento del sistema integrado de pesaje con los siguientes equipos, componentes, accesorios y su armado como sigue:

Equipos

- 01 Plataforma modular de 5 x 3mt 20 centimetro de alto.
- 01 Indicador digital iq355

Componentes

- 04 Celdas de carga
- 01 Caja y tarjeta sumadora de señales de 04 canales

Otros

- 01 Servicio de puesta en marcha
- 01 especificaciones de energía eléctrica
- 01 Transporte de equipos y componentes

El Cliente debe proporcionar para el correcto montaje y funcionamiento de la Báscula, lo siguiente:

- Asistencia de maquinaria para el montaje
- Suministro de alimentación eléctrica según especificaciones
- Losa de sustentación

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a WESE

Figura 11.25 - Cotización de báscula fija generada por Weight Services

CRONOGRAMA

- Hito 1 Recepción OC 5 días
- Hito 2 Fabricación, Implementación 20 días
- Hito 4 Entrega 2 días



VALORIZACIÓN

| Item | Cantidad | FULL |
|--------------------------------------|----------|-------------------|
| Sistema de Pesaje (báscula) 20 tons. | 01 | UF 324 |
| Software de pesaje + computador | | |
| Transporte | 01 | UF 24 |
| Certificación | 01 | UF 28 |
| total | | UF 376+IVA |

NOTA:

Este equipo solo requiere una losa a nivel para su instalación

Se firmará entre las partes un contrato de proveedor suministrado por el mandante que describa los alcances del servicio y cláusulas que definan la relación entre las partes y servicio.

- Orden de compra debe extenderse a nombre de Weight Services Limitada, la cual actuará como garantía, y será por el total de período fijado en el contrato.
- El valor de suministro de básculas deberá considerar un avance del 60% junto a la OC, y la diferencia contra recepción final.
- Garantía estructural, 5 años
- Garantía electrónica, 2 años

Se entiende la garantía sobre los equipos y estructura, y no aplica en caso de mal uso, modificaciones no autorizadas y realización del plan de mantenimiento recomendado durante el período de garantía, catástrofes naturales y/o daños a partir de actos maliciosos/delictuales. Costos de servicio se consideran adicionales, tales como traslado y alojamiento si aplicara.



Carlos Becerra Garrido
GERENTE DE PROYECTOS
+569 4209 1634
+562 2527 6515
www.weightservices.cl
carlos.becerra@weightservices.cl

powered by Weight & Control

Weight Services Ltda. www.weightservices.cl
 Fabrica: La Vendimia 8842- La Cisterna + Santiago / Mahuida Norte 211, Maipú - Santiago
 Fonos: +56 9 42091634 / +56 2 25276515
 email: ventas@weightservices.cl servicios@weightservices.cl

Fuente: Elaboración propia a través de cotización realizada a WESE

V.3 Cotización de lona

Figura 11.26 - Cotización de lonas

|  | | | | |
|---|-----------------|-----|----------|----------------------------------|
| COTIZACIÓN FORMAL | | | | |
| "OPCIONES LONAS DE COBERTURAS" | | | | |
| Contacto: Cristobal Inostroza | | | | |
| Empresa: | | | | |
| E-Mail: inostroza.cristobal@gmail.com | | | | |
| OBSERVACIÓN: Lona en diseño rectangular y plano | | | | |
| DETALLE | DIMENSIÓN | UND | \$UND | VALOR TOTAL |
| PVC RIPSTOP 10.000 Poliéster recubierto de PVC impermeable Tejido Ripstop que inhibe la rasgadura Espesor 0,70mm Peso: 797g/m2 Resistencia a la tensión (Urdimbre/Trama) 1300/1300N/2", Tratamiento UV & FR Fusión: alta frecuencia y termo fusión Auto extingible. Certificado por la universidad de Chile. Año 2012 Colores en variedad según stock | 2m x 3.5m | 1 | \$68.750 | \$ Valor no incluye I.V.A |
| OJETILLOS De acero, por todo el contorno de la carpa. Distancia entre ellos 50cm | 2m x 3.5m | 23 | \$150 | \$3.450 |
| | | | | Valor no incluye I.V.A |

COTIZACIÓN VALIDA POR 3 SEMANAS

Fuente: Cotización elaborada por CIBSA

Figura 11.27 - Términos generales CIBSA

| |
|---|
| <p>TÉRMINOS GENERALES</p> <p>1. Para comenzar la fabricación, se solicita una transferencia del 50% del total de la compra. A modo de referencia, el proceso de fabricación tarda 3 días hábiles desde que se realiza el primer depósito -por el 50% del total-, luego el producto estará disponible para retiro o despacho -según corresponda- pagando el 50% restante.</p> <p>2. En caso de que su pedido se modifique, tanto en diseño como en unidades requeridas, tanto el valor de su pedido como las condiciones de pago y fecha de entrega de su producto podrían cambiar, por lo que esta cotización queda sin efecto.</p> <p>3. Los precios que incluyen descuentos, están afectos de manera exclusiva al cancelar con pago contado (efectivo o transferencia)</p> <p>4. Esta cotización se realiza según las indicaciones originales por parte del cliente y no contempla indicaciones o modificaciones posteriores.</p> <p>5. Las dimensiones indicadas en este estimado poseen un margen de error de +/- 3cm tanto en tela, como en colocación de ojillos, a menos que expresamente se indique lo contrario por el cliente.</p> <p>6. Su pedido solo se ingresará a calendario de producción luego de cancelar el primero 50% de su compra, salvo se exprese lo contrario por medio escrito.</p> <p>NOTA: El calendario de producción es dinámico y por tanto las fechas de entrega están sujetas a la cancelación del primer pago.</p> <p>APLICACIONES Y USO DEL PRODUCTO</p> <p>1. La información respecto de las características de las telas se basa en test que otorgan promedios, se asumen confiables pero no constituyen certificación técnica.</p> <p>2. Es responsabilidad del cliente determinar si el producto solicitado se ajusta a la aplicación que desea darle.</p> <p>3. El cliente es responsable de proporcionar una estructura adecuada para el drenaje de este tipo de revestimiento en caso de lluvia o nieve, de lo contrario el paño puede sufrir rasgaduras o perjudicar la estructura en sí.</p> <p>DESPACHO</p> <p>Los valores y/o tarifas para efectos de despacho dependerán de la agencia de su preferencia.</p> <p>CIBSA despacha gratuitamente a las siguientes agencias :</p> <p>1. Turbus Cargo. 2. Litcargo. 3. PullmanBus Cargo.</p> <p>Despachos a otras agencias dentro de la Región Metropolitana tienen un costo asociado desde 0.5UF y están sujetas a confirmación por parte de CIBSA.</p> <p>VISITAS TÉCNICAS</p> <p>1. Las visitas a terreno tienen un valor de 1UF dentro de la Región Metropolitana, se cancelan por anticipado y solo son deducibles de la compra final del producto.</p> <p>2. Las visitas técnicas no son garantía de viabilidad de instalación, son para efectos de rasificar/rectificar medidas, determinar si la instalación es viable o no y generar un presupuesto por la misma, en caso de que la instalación no sea viable, no se devolverá el costo de la visita a terreno</p> <p>MÉTODOS DE PAGO</p> <p>1. Depósito / Transferencia Bancaria / Efectivo / Tarjeta de Crédito / Tarjeta de Débito. 2. Cheque - sujeto a positiva evaluación financiera por parte del emisor-.</p> <p>DATOS PARA TRANSFERENCIA O DEPÓSITO BANCARIO</p> <p>Razón Social : Comercial Industrial Binghamton S.A Rut : 96.612.980-8 Cuenta corriente : 169-07664-04 / Banco : Banco de Chile</p> <p style="text-align: right;">Ejecutiva de ventas, Maryden De Oliveira (56 2) 555 6440</p> <p style="text-align: right;">SANTIAGO, AGOSTO 2017</p> <p style="text-align: right;">Casa matriz Santa Elena 2205, San Joaquín.</p> |
|---|

Fuente: Cotización elaborada por CIBSA

V.4 Cotización de tambores metálicos



Rheem
 Ventas nacionales
 Fono: (56 2) 24408001 / 24408004 / 24408018
 Email de Contacto: ventas@rheem.cl

Precio obtenido mediante contacto telefónico.

Valor por unidad \$20.877 + IVA

Figura 11.28 - Especificaciones de tambor

TAMBOR CILÍNDRICO TAPA REMOVIBLE NECK IN

Descripción

El tambor cilíndrico de 55 y 60 galones tapa removible boca reducida (neck in), especialmente diseñado para el sector exportador agroindustrial, maximiza las unidades a despachar por contenedor marítimo. Sus principales usos son el envasado de jugos concentrados, pulpas de frutas y vegetales, miel, entre otros.

Economía en transporte de producto terminado

- Hasta 80 tambores en pallet en contenedor marítimo de 20'.

Apilamiento recomendado

- Hasta cuatro niveles de tambores se recomienda apilar, dependiendo del espesor del tambor, tipo de pallet empleado y densidad de producto a envasar, entre otros.

Sistema de cierre

- Tapas disponibles en acero laminado en frío pintado, acero galvanizado pintado y acero galvanizado. Aros disponibles con pestillo (perno y tuerca) y palanca, este último facilita la operación de abrir el cerrar el tambor en los procesos de envasado.

Terminación

- Terminación interior libre de rebabas y aristas.
- Revestimiento interior de alta calidad (esmalte atóxico y epoxi fenólico).
- Pintura exterior de excelente calidad y presentación.
- Decorado a requerimiento del cliente y tecnología instalada.

Información Técnica

| CAPACIDAD | | ALTURA | DIÁMETRO MAYOR | CALIBRE (GAUGE) | | | PESO |
|-----------|---------|---------|----------------|-----------------|--------|-------|-------------|
| Litros | Galones | mm | mm | Tapa | Cuerpo | Fondo | Kg |
| 208 | 55 | 890+/-4 | 585+/-3 | 22 | 22 | 20 | 13,45+/-0,7 |
| | | | | 20 | 20 | 20 | 16,10+/-0,7 |
| | | | | 20 | 20 | 18 | 17,10+/-0,7 |
| 227 | 60 | 960+/-6 | | 22 | 22 | 20 | 14,00+/-0,7 |
| | | | | 20 | 22 | 20 | 14,26+/-0,7 |

Fuente: http://www.rheem.cl/soluciones_tambores_metalicos.html

V.5 Cotización de instrumentos de medición

Las cotizaciones de este ítem fueron realizadas mediante la página web www.yalitech.cl.



Yalitech
<http://www.yalitech.cl/>
 Teléfono: (+56 2) 28988221

Tabla 11.71 - Cotización de instrumentos

| Instrumento | Imagen | Precio |
|-----------------|---|--|
| Phmetro |  | AP 001 PHmetro Tipo Lápiz "PHpen" Con Electrodo Intercambiable \$59.100 \$ 39.990 |
| Termohigrometro |  | HR 195 Termohigrómetro Therna Con Sonda Remota E Interna \$44.700 \$ 39.899 |









Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de <http://www.yalitech.cl/>










V.6 Cotización herramientas, EPP y otros

Las cotizaciones de este ítem fueron realizadas en la página web de Home Center Sodimac.



Tabla 11.72 - Cotización de herramientas en Homecenter Sodimac

| Requerimiento | Tipo | Imagen | Precio |
|---------------|-------------|---|---|
| Pala | Herramienta |  | FG Pala Punta de Huevo Americana SKU:67541-5 Precio normal: \$4.390 C/U |
| Carretilla | Herramienta |  | Lioi Carretilla con rueda 60 lts. SKU:156169-3 Precio normal: \$30.290 C/U |
| Horqueta | Herramienta |  | Tramontina Horqueta forjada 4 dientes SKU:9432-3 Precio normal: \$17.990 C/U |
| Rastrillo | Herramienta |  | Tramontina Rastrillo curvo liviano grande SKU:51962-6 Precio normal: \$10.990 C/U |
| Hacha | Herramienta |  | Tramontina Hacha 1.6 kg con mango SKU:187291-5 Precio normal: \$14.990 C/U |
| Legionario | EPP |  | Max Track Jockey Legionario Blanco SKU:213702-X Precio normal: \$3.890 C/U |
| Casco | EPP |  | MSA Casco de seguridad V.Gard rojo SKU:128086-4 Precio normal: \$7.490 C/U |
| Guantes | EPP |  | Redline Guante Multipropósito Standard SKU:33122-8 Precio normal: \$878 PAR |

| | | | |
|---------------------|-------|--|---|
| Overol | EPP |  | Redline Overol Polieste C/Cinta Azul M SKU:260916-9 Precio normal: \$9.390 C/U |
| Zapato de Seguridad | EPP |  | Redline Botin Trabajo Athletic SKU:106233-6 Precio normal: \$17.990 PAR |
| Protector Facial | EPP |  | Steelpro Protector Facial Completo SKU:82249-3 Precio normal: \$3.990 C/U |
| Antiparras | EPP |  | Redline Anteojos Sky blue claro SKU:33142-2 Precio normal: \$2.290 C/U |
| Microondas | Otros |  | Somela Microonda Fancy 1700, blanco SKU:108787-8 Precio normal: \$34.990 C/U |
| Escritorio | Otros |  | Tvilum Escritorio función plus 102x40x77 SKU:283785-4 Precio normal: \$34.990 C/U |
| Silla de escritorio | Otros |  | Asenti Silla para PC Reñaca negra SKU:309375-1 Precio normal: \$29.990 C/U |
| Comedor | otros |  | Home Collection Juego de comedor mesa + 6 sillas Estam SKU:308887-1 Precio normal: \$249.990 C/U |
| Locker | Otros |  | Maletak Ropero M3-03 candado SKU:286995-0 Precio normal: \$169.990 C/U |

Fuente: Elaboración Propia mediante datos obtenidos de <http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/>

V.7 Cotización campanas led

Las cotizaciones de este ítem fueron realizadas en la página web www.powerenergy.cl.



Power energy

entas@powerenergy.cl | San Isidro # 1723 |
(+569) 4462 9633 | (2) 2983 9497

Tabla 11.73 - Cotización de Campana Led

| Iluminaria | Imagen |
|-------------|--|
| Campana Led |  <p>Campana LED UFO 100W \$50000</p> <p>CAMPANAS LED</p> <p>Por Mayor (4): \$39990</p> |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de www.powerenergy.cl

V.8 Cotización de instalaciones sanitarias

Las consultas sobre las instalaciones sanitarias para el baño se realizaron al siguiente contacto:

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Nombre | : German Bernardino Cornejos Chacón |
| Cargo | : Gasfiter contratista |
| Lugar de Trabajo | : Hospital CESFAM, Melipilla |
| Contacto | : +56985504518 |
| Cobertura | : Región Metropolitana |

Las cotizaciones de materiales necesarios para instalar el sistema de gasfitería y alcantarillado fueron realizadas por el Sr. German Cornejos en una ferretería local. Los precios de referencia se muestran en la tabla 11.74:

Tabla 11.74 - Costos de insumos para la instalación sanitaria

| Tipo de Instalación | Insumos | Costo | Costo total |
|---------------------|------------------------------|----------|-------------|
| Gasfitería | 3 Metros de Cobre 3/4 | \$9.800 | \$92.600 |
| | 1 Llave de Paso 3/4 | \$3.800 | |
| | 2 Tee 3/4 x 1/2 x 3/4 Bronce | \$2.000 | |
| | 6 Metros de Cobre 1/2 | \$13.500 | |

| | | | |
|----------------|--------------------------|----------|----------|
| | 10 Codos de 1/2 | \$4.000 | |
| | 6 Tee de 1/2 | \$36.000 | |
| | 4 Codos de 1/2 HI | \$3.000 | |
| | 2 THI 1/2 Bronce | \$1.200 | |
| | 1 Llave Angunal de 1/2 | \$4.500 | |
| | 1 Llave de Paso a Soldar | \$1.800 | |
| | 4 Codos de 1/2 HE | \$2.800 | |
| | 2 THE 1/2 Bronce | \$1.200 | |
| | 3 Metro Soldadura 50%50% | \$5.000 | |
| | 1 Pasta de Soldar | \$4.000 | |
| Alcantarillado | 1 Tee 110 mm en V o Y | \$1.800 | \$45.100 |
| | 2 Codos de 110 mm 90° | \$2.600 | |
| | 3 Metros de 110 mm PVC | \$5.000 | |
| | 1 Tee 110x75 mm PVC | \$1.500 | |
| | 1 Tee 75x50 mm PVC | \$1.000 | |
| | 1 Tee 50 mm PVC | \$ 500 | |
| | 6 Codos 50 mm PVC | \$2.400 | |
| | 1 Tee 75x40 mm PVC | \$1.000 | |
| | 6 Codos 40 mm PVC | \$2.400 | |
| | 4 Metros PVC 40 mm PVC | \$12.000 | |
| | 1 Tee 74 mm PVC | \$1.000 | |
| | 1 Reduccion 75x50 | \$ 600 | |
| | 1 Codos 75 mm 90 | \$ 800 | |
| | 1 Tira PVC 75 mm | \$7.000 | |
| | 1 Tee PVC 110x40 mm | \$1.500 | |
| | 1 Pegamento PVC | \$2.000 | |
| | 1 Pliego de lija gruesa | \$2.000 | |

Fuente: Elaboración propia a partir de cotización realizada por el Sr. German Cornejos

A estos costos se le deben sumar los costos de los elementos que se necesitan instalar. Los elementos que se necesitan instalar se muestran en la Tabla 11.75:

Tabla 11.75 - Elementos necesarios para el baño

| Requerimiento | Imagen | Precio |
|---------------|---|---|
| Baño |  | Fanaloza Conjunto WC Caburga Premium redondo Blanco SKU:58807-5 Precio normal: \$55.790 C/U |
| Ducha |  | Sensi Dacqua Monomando Ducha Milán SKU:122416-6 Precio normal: \$34.990 C/U |

| | | |
|-----------|---|--|
| Lavamanos |  | Corona Pedestal Acuacer blanco SKU:67879-1 Precio normal: \$10.490 C/U |
| Llave |  | Sensi Dacqua Monomando Lavamanos Perugia SKU:149551-8 Precio normal: \$12.990 C/U |

Fuente: Elaboración propia a través de información obtenida en <http://www.sodimac.cl/>

Como mano de obra se considera un cobro de \$25.000 para la instalación de gasfitería por elemento a instalar y \$25.000 por las conexiones al alcantarillado por elemento a instalar. Los cobros de mano de obra por las instalaciones se especifican en la tabla 11.76:

Tabla 11.76 - Cobros de instalación sanitaria

| Elemento | Cantidad | Tipo de instalación | Precio Unitario |
|--|----------|---------------------|------------------|
| Baño | 1 | Alcantarillado | \$25.000 |
| Lavamanos (incluye instalación de llave) | 1 | Alcantarillado | \$25.000 |
| Ducha | 1 | Gasfitería | \$25.000 |
| Ducha | 1 | Alcantarillado | \$25.000 |
| | | Total | \$100.000 |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en consideración los precios de mano de obra, los elementos a instalar y los insumos para su instalación, se muestra la cotización de la instalación completa en la tabla 11.77:

Tabla 11.77 - Resumen de cotización de instalación sanitaria

| Tipo | Costo | Costo Social |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| Insumos de Gasfitería | \$92.600 | \$77.815 |
| Insumos de Alcantarillado | \$45.100 | \$37.899 |
| Costos de elementos requeridos | \$114.260 | \$96.017 |
| Mano de Obra | \$100.000 | \$84.034 |
| Total | \$351.960 | \$295.765 |

Fuente: Elaboración propia

V.9 Cotización de mantención de mini cargador y camión



Los costos de mantención fueron consultados al dueño del taller Mecánica Automotriz Julio Villalobos, ubicado en La Cruz, Quillota; estos costos representan la mantención preventiva que se le debe realizar al vehículo y maquinaria, y no considera el costo de repuestos. Entre algunas de las revisiones que se ejecutan, se encuentra la calidad del motor, aceite y filtro. El costo por mantención presencial dentro de la zona de Quillota equivale a \$30.000 la hora. En la tabla 11.78 se visualiza cada cuanto tiempo o kilometraje se debe realizar mantención preventiva, y su valor correspondiente. Los valores no incluyen IVA.

Tabla 11.78 - Costo de Mantención de Camión y Mini Tractor Frontal

| Máquina/Vehículo | Costo de Mantención Preventiva | Tiempo/kilometraje recorrido | Costo de mantención presencial |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <i>Camión Hyundai HD 78</i> | \$250000 | 10000 km | \$30000 |
| <i>Mini Tractor Frontal JCB 190</i> | \$280000 | 60 horas | \$30000 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos mediante consulta a Mecánica Automotriz Julio Villalobos

V.10 Cotización films de polietileno para cubrir pilas



Abaplast Ltda

ventas@abaplast.cl
http://www.abaplast.cl
(56 2)6819472

La cotización se realizó mediante contacto telefónico, el valor de un rollo film de 4 metros de ancho con 150 micras de espesor tiene un valor de \$107.740, y la venta por metro lineal es de \$1.475. Hacen envíos a todo Chile a través de Starken.

Para el proyecto es necesario contar con \$1.201.365 como presupuesto para los film de polietileno (Cálculos en tabla 11.79).

Tabla 11.79 - Cotización de films de polietileno para cubrir pilas

| Largo total franja de pilas | Total de franjas | Largo total a cubrir | Metros por film | Total de Films a ocupar | Presupuesto |
|-----------------------------|------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| 92.5 | 10 | 925 | 84 | 11.012 | \$1.201.365* |

*Se calcula en base a 11 rollos más 11 metros lineales en compra

Fuente: Elaboración propia con datos entregados por Abaplast Ltda


V.11 Cotización Computador Portátil



PETA

Página Web: <https://www.peta.cl>
 Contacto: ventas@peta.cl
 Teléfono: +562 23627577

Tabla 11.80 - Cotización de computador portátil

| Detalle | Detalle |  |
|-----------------------|-----------------------|--|
| Modelo | HP 240 G5 | |
| Procesador | Intel Core i3 | |
| Ram | 4 GB DDR3 | |
| Pantalla | LED 14" | |
| Almacenamiento | 500 GB | |
| Video | Intel HF Graphics 520 | |
| Sistema operativo | Free Dos | |
| Consumo ²¹ | 65 W | |
| Precio | \$230.377. | |


Fuente: <http://www.pcofertar.cl/hp-240-g5-core-i3-5005u-4gb-500gb-14-dvd-freedos.html?acc=c81e728d9d4c2f636f067f89cc14862c>

V.12 Cotización Calefont



Albin Trotter

Página Web: <http://www.albintrotter.com>
 Teléfono: +56228878020
 Dirección: Carlos Sage 768, Quinta Normal, RM

| Detalle | Detalle |  |
|------------------------------|-------------------------------|---|
| Modelo | Calefon ATMD 5 LT Gas Natural | |
| Tipo de encendido | Ionizado | |
| Consumo Térmico Nominal (KW) | 9 | |
| Número de duchas | 1 | |
| Número de lavaplatos | 0 | |
| Precio | \$42.954. | |

Fuente: http://www.albintrotter.com/index.php?route=product/product&product_id=472

²¹ Consumo consultado en <http://www.pcofertar.cl/hp-240-g5-core-i3-5005u-4gb-500gb-14-dvd-freedos.html?acc=c81e728d9d4c2f636f067f89cc14862c>

Soporte HP, <https://support.hp.com/cl-es/product/hp-240-g5-notebook-pc/10180405/document/c05094810/>

W. Anexo consulta a expertos

W.1 Mantención de chipeadora



Foremak

Contacto: info@foremak.cl

Fono: (63) 2 272433

Whatsapp: +56 9 59185929

Whatsapp: +56 9 78502834

Horarios:

Lunes a Viernes

09:00 – 13:30 | 15:00 – 19:30hrs

Sábado

10:00 – 14:00

Según lo mencionado por el encargado de ventas, el costo de mantención varía según el tipo de mantención a realizar a la chipeadora, ya sea un cambio de correas, cambio de cuchillas, corrección en medidores de temperatura, entre otros. Sin embargo, se pueden diferenciar entre mantenciones menores y otras de mayor costo y trabajo. Las mantenciones menores se diferencian de las otras porque no posee un uso de mano de obra en reparación de piezas y uso de soldaduras, estas tienen un costo aproximado de \$2.000.000, mientras que las mantenciones que exigen un poco más de trabajo tienen un costo de \$3.000.000, la frecuencia para las mantenciones depende del uso de la maquinaria, en este caso se consultó sobre la maquinaria Bandit 280xp que corresponde a la chipeadora que posee la municipalidad de Quillota. El vendedor explica que es necesario considerar que estos precios son solo aproximaciones para mantenciones menores porque hay mantenciones correctivas o reparaciones de la maquinaria que tienen un cobro mucho más alto que dependen del estado de la maquinaria y sus implementos.

W.2 Presupuesto para infraestructuras



Domus Eaton

Dirección: O'higgins 229, of. 204, Edificio Plaza. Quillota

Email: constructora@domuseaton.cl

Teléfono: +56 33 2 267186 / +56 9 66883590

Página web: www.domuseaton.cl

Las consultas realizadas a Carlos Eaton Mondaca (Arquitecto de Domus Eaton) se relacionaron con los precios de construcción por m² de obra respecto a un galpón de estructura metálica, oficinas, baños/camarín, comedor, cobertizos y una bodega de herramientas. Según lo comentado por el Arquitecto los precios que se manejan de forma aproximada en el mercado son los que se muestran en la tabla 11.81:

Tabla 11.81 - Precios por metro cuadrado de obra construida

| Infraestructura | Costo por m ² |
|------------------------|--------------------------|
| Galpón | 10 UF |
| Bodega de Herramientas | 14 UF |
| Cobertizo | 5 UF |
| Oficina | 14 UF |
| Comedor | 14 UF |
| Baño/Camarín | 14 UF |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Domus Eaton

Cabe mencionar que estos precios pueden variar según el trabajo de suelo que se necesite y por la pertinencia de hacer un estudio de suelo al terreno.

W.3 Presupuesto para instalaciones eléctricas

Las consultas sobre las instalaciones eléctricas se realizaron al siguiente contacto:

| | |
|---------------------|--|
| Nombre | : Felipe Ignacio Guineo Herrera |
| Profesión | : Instalador eléctrico autorizado |
| Certificados | : Licencia SEC 18016560-6 |
| Contacto | : felipe.tecnico21@gmail.cl +56985504518 |
| Cobertura | : Región Metropolitana |

Según lo comentado por Felipe Guineo los precios de instalación de eléctrica se cobran en base a punto instalado y según si la obra es con material vendido o entregado por el cliente. La instalación por punto se refiere a la luminaria instalada o toma de corriente instalada. No se cobra por el interruptor que gatilla el encendido de una luminaria. En una oficina, baños u otra infraestructura de igual o menor tamaño el precio es de \$19.000 pesos por punto para instalaciones expuestas y de \$25.000 pesos para instalaciones embutidas. Para una instalación de luminaria en un galpón debido a su magnitud y trabajos en mayor altura el cobro es de \$70.000 con material vendido sin considerar la luminaria comprada.

Se debe considerar que el tipo de iluminaria necesaria para los galpones es distinto al de una oficina o un baño. Es recomendable utilizar campanas led de 100 Watts en galpones.

W.4 Presupuesto para radier para báscula móvil



Sercored Ingeniería

Dirección: Avenida Palmira Romano
872 Dpto. Limache

Teléfono: (56-33) 2418700

(56-33) 2419511

Sitios Web: <http://www.sercored.cl>

Carlos Galaz, General Management de Sercored, indica que los precios de radieres con obra vendida que maneja la empresa varían entre \$19.000 a \$25.000 el m² según el espesor necesario de la obra, el tipo de uso (depende del tránsito), terminaciones y los adicionales que requiera el cliente.

W.5 Presupuesto para cierre perimetral y portón



Construplac

1 Norte 461 Of. 703

Viña del Mar – V región

[32] 3427994

ventas@construplac.cl

La cotización fue gestionada mediante contacto telefónico. Los precios que maneja Construplac para los cierres perimetrales manejan panderetas desde los 1.8 metros hasta los 2.8 metros. La consulta de panderetas fue realizada en base a una pandereta de hormigón prefabricada de dos metros de alto. Su precio es de \$20.000 por metro lineal, precio que está sujeto a cambios según los trabajos a realizar en el suelo.

Adicionalmente se consulta el precio para un portón de lata de 4 metros de largo con dos hojas y una puerta incluida en una de sus hojas, según lo comentado por el vendedor el precio depende de los perfiles de los materiales de construcción, con un perfil de 4mm para los aceros de construcción se podría aproximar a los \$700.000.

W.6 Presupuesto para sistema de regadío

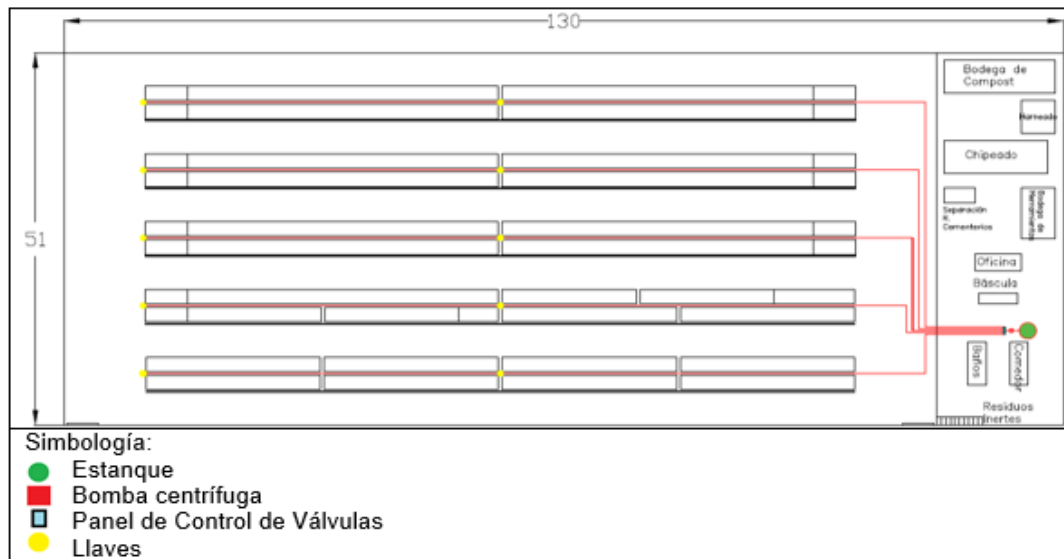
Las consultas sobre el sistema de regadío se realizaron al siguiente contacto:

| | |
|------------------|---|
| Nombre | : Ariel Muñoz Bustos |
| Profesión | : Profesional de Bonsái e instalador de regadío |
| Contacto | : ----- |

La primera recomendación realizada por el Sr. Ariel, fue considerar un sistema manual para el regadío. No se debería utilizar un sistema de regadío automático por el desconocimiento de los ciclos de regadío, además el sistema a utilizar debe ser a través del uso de mangueras debido a que tienen un manejo dinámico al considerar que los sectores y las superficies a regar cambian de lugar y magnitud.

Para calcular un aproximado para la instalación del sistema de regadío recomienda calcularlo en base al uso de un estanque de 5000 L, una bomba centrífuga de 2 hp, válvulas de paso de 1", planzas de 1", 3/4" y 1/2" (Con sus respectivos fittings y codos) y llaves de 1/2". Con apoyo del Sr. Ariel se esquematizó el modelo de regadío en la Figura 11.29.

Figura 11.29 - Sistema de regadío aplicado a planta de compostaje



Fuente: Elaboración propia a través de Autocad 2017.

La tabla 11.82 muestra los precios ofrecidos por hidrocentro (tiendas especializadas en la venta de materiales para instalaciones de agua, alcantarillado y riego) para los materiales requeridos:

Tabla 11.82 - Cotización de precios para sistema de regadío

| Producto | Imagen | Precio | Cantidad necesaria | Total |
|---------------------------------|---|-----------------|--------------------|-----------|
| Estanque vertical 5400L |  | \$427.016 (c/u) | 1 | \$427.016 |
| BOMBA CENT CYM190 2HP 1X1 HAPPY |  | \$183.552 (c/u) | 1 | \$183.552 |
| Válvula Bola 1" |  | \$2.837 | 5 | \$14.185 |

| | | | | |
|--------------------------|---|----------------------|-------|-----------|
| Planza 1" |  | \$333 (metro lineal) | 3 | \$999 |
| Planza ¾" |  | \$226 (metro lineal) | 131 | \$29.606 |
| Planza ½" |  | \$166 (metro lineal) | 506 | \$83.996 |
| Llave Bola ½" |  | \$1.449 (c/u) | 10 | \$14.490 |
| Codo 1" |  | \$452 | 2 | \$452 |
| Tee 1" |  | \$526 | 4 | \$2104 |
| Codos planza ½" |  | \$105 (c/u) | 5 | \$525 |
| Tee planza ½" |  | \$135 | 5 | \$675 |
| Reducción planza 1" a ¾" |  | \$316 | 5 | \$1580 |
| Reducción planza ¾ a ½" |  | \$164 | 5 | \$820 |
| | | | Total | \$760.000 |

Fuente: Elaboración propia a través de los datos obtenidos de <http://www.hidrocentro.cl/>

Para obtener el precio de instalación el Sr. Ariel Muñoz recomienda calcularlo en base a \$2.000 por metro lineal instalado. En el sistema la suma de los metros de planza instalado son 640, teniendo en consideración \$2.000 por metro lineal instalado da como resultado un costo de \$1.280.000 para el costo de instalación. Al considerar el costo de los materiales más el cobro de instalación se obtiene un resultado de \$2.040.000.

W.7 Sobre EPPs a considerar y su rotación

Las consultas sobre las instalaciones eléctricas se realizaron al siguiente contacto:

| | |
|-----------------|---|
| Nombre | : Gerardo Cornejos Briones |
| Cargo | : Prevencionista de Riesgos de Mega |
| Contacto | : gerardo.cornejo@mega.cl +56 2 28108278 |

Según lo comentado por el Sr. Gerardo Cornejos los EPPs a considerar dentro de la planta de compostaje son los que se indican a continuación: Casco, Antiparras, guantes, zapatos de seguridad, legionario, audífonos, protector facial y adicionalmente un overol para los trabajadores. También recomienda tener un control sobre el equipamiento utilizado y elaborar un procedimiento de actividades en el cual se incluya el uso obligaría de EPPs según la actividad realizada.

En base al tema de los cambios de EPPs según su vida útil, comenta el Sr. Gerardo Cornejos que actualmente en Chile no existe una normativa que indique cada cuanto tiempo se deben cambiar los EPPs, y sólo existen normativas que indican que ante cualquier daño o imperfecto que tenga el EPPs debe cambiarse; esto inclusive es más riguroso con los cascos, debido a que ante cualquier impacto que reciba el casco debe reemplazarse.

El Sr. Gerardo Cornejos Briones nos indica que entre los EPP que nos recomienda para la planta de compostaje, los guantes son los que tendrían una alta rotación, los que por lo general se cambian por daños o pérdidas con una frecuencia semanal y hasta mensual.