



Lo Barnechea
JUNTOS HACEMOS UNA COMUNA MEJOR

PASANTÍA FULL TIME

29 de Julio 2020 - 07 de Diciembre 2020 | Campus Peñalolén.

Tratamiento y Gestión Sustentable de Residuos Orgánicos en Farellones y Centros de Ski

“Municipalidad de Lo Barnechea ”

Pasante:

Pablo TRAVERSO IGLESIS
ptraversoi@lobarnechea.cl

Tutora:

María José BARRENECHEA

7 de diciembre de 2020

Resumen Ejecutivo

Actualmente los Residuos Orgánico representan aproximadamente el 58 % de los Residuos Solidos Domiciliarios (RSD) y solamente el 1 % de estos son tratados a nivel nacional, La Municipalidad de Lo Barnechea por su parte no se escapa de esta cifra ya que en ella solo se reciclan, de manera muy efectiva, los RSD inorgánicos. Bajo este contexto es que la Municipalidad de Lo Barnechea busca generar distintos planes piloto para comenzar a gestionar y tratar de manera sustentable los residuos orgánicos domiciliarios. Al igual que la Municipalidad de Lo Barnechea el Ministerio de Medio ambiente planteó una *Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2020-2040* para solucionar el problema de residuos orgánicos a lo largo del país.

Uno de los pilotos que la Municipalidad esta buscando realizar es en la Alta Montaña con el objetivo de implementar un proyecto piloto sobre tratamiento y gestión de residuos orgánicos en el sector, con la finalidad de que Farellones y los centros de ski sean la primera comunidad en gestionar sus residuos orgánicos de manera eficiente.

A lo largo de este informe se explicaran los objetivos, resultados y opiniones de la investigación realizada con la finalidad de expresar de manera objetiva la mejor solución o soluciones para este proyecto piloto.

Executive Summary

Currently, organic waste represents approximately 58 % of solid household waste (SHW) and only 1 % of this is treated nationally. The Municipality of Lo Barnechea is not exempt from this figure, since it only recycles inorganic SHW very effectively. It is in this context that the Municipality of Lo Barnechea is seeking to generate different pilot plans to begin managing and treating organic household waste in a sustainable manner. Like the Municipality of Lo Barnechea the Ministry of the Environment proposed a 'National Organic Waste Strategy 2020-2040' to solve the problem of organic waste throughout the country.

One of the pilots that the Municipality is looking to carry out is in the High Mountain with the objective of implementing a pilot project on the treatment and management of organic waste in the sector, with the aim of making Farellones and the ski centers the first community to manage their organic waste efficiently.

Throughout this report, the objectives, results and opinions of the research carried out will be explained in order to objectively express the best solution or solutions for this pilot project.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| 1. Contexto y Problemática | 3 |
| 1.1. Contexto | 3 |
| 1.2. Problemática | 4 |
| 2. Objetivos y Metodología | 4 |
| 2.1. Análisis de Data de Residuos | 4 |
| 2.2. Revisión de Maquinaria | 5 |
| 2.3. Estudio Económico | 5 |
| 2.4. Presentación de Soluciones | 5 |
| 3. Resultados | 5 |
| 3.1. Análisis de Data de Residuos | 5 |
| 3.2. Revisión de Maquinaria | 6 |
| 3.3. Estudio Económico | 7 |
| 3.4. Presentación de Soluciones | 8 |
| 3.4.1. Retiro casa a casa de los R.O. con disposición final en planta de tratamiento de residuos orgánicos. | 9 |
| 3.4.2. Tratamiento in-situ en Centros de Ski mas implementación de un Punto Limpio para los Residuos Orgánicos de los vecinos. | 10 |
| 3.4.3. Implementación de una Planta de Compostaje de R.O. utilizando varios Armony System. | 10 |
| 4. Conclusión | 11 |
| 5. Bibliografía | 12 |
| 6. Anexos | 13 |

1. Contexto y Problemática

1.1. Contexto

Los residuos orgánicos representan aproximadamente el 58 % de los residuos municipales, mas de el doble de lo que representan otras fracciones como los envases y embalajes en los que se a venido trabajando desde hace un tiempo, en la [Figura 1](#) se puede apreciar la composición del residuo solido domiciliario. Actualmente el 13 % de los municipios a lo largo del país han comenzado estrategias para tratar este tipo de residuos pero dicho esfuerzo no supera el tratamiento del 1 % del total de residuos generados a nivel nacional.

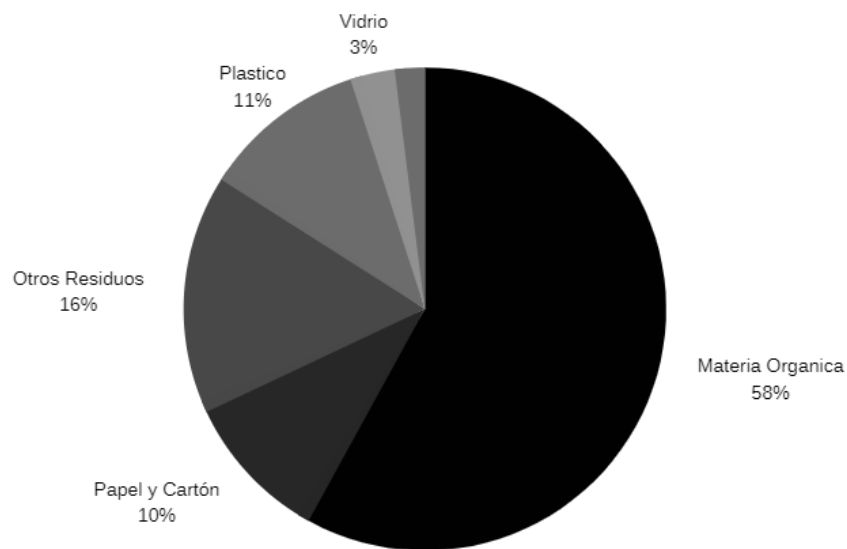


Figura 1: Composición de Residuos Solidos Domiciliarios

En el presente informe se pretende mostrar la realización de un proyecto de tratamiento y gestión de residuos orgánico en la Municipalidad de Lo Barnechea, específicamente en el sector de Alta Montaña que comprende lugares como el Pueblo de Farellones, Parque Farellones y tres centros de Ski; El Colorado, La Parva y Valle Nevado. La Municipalidad de Lo Barnechea es una entidad publica que gestiona el funcionamiento de la comuna de Lo Barnechea. Esta comuna comprende el 45,5 % de la superficie total de la Provincia de Santiago, sin embargo solo el 4,5 % de este territorio esta destinado al desarrollo inmobiliario, dentro del terreno comprendido en la comuna se encuentra la alta montaña donde están ubicados el pueblo de Farellones, Parque Farellones y diversos centros de Ski (El Colorado, La Parva y Valle nevado). El sector de alta montaña tiene una peculiaridad en torno a la población que existe ya que esta varia mucho dependiendo de la época del año. En temporada de nieve o temporada alta la población en montaña aumenta ya que la demanda de nieve es mayor mientras que en periodos donde no hay nieve, temporada baja, la población del sector disminuye, este fenómeno poblacional se conoce como población flotante.

1.2. Problemática

Actualmente la Municipalidad de Lo Barnechea se concentra en reciclar Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) inorgánicos, comúnmente conocidos como reciclaje de envases y embalajes (plásticos, cartón, vidrio, latas, etc). Este reciclaje se realiza de cuatro maneras distintas, la primera de ellas es un servicio de recolección residencial donde los residuos son separados in-situ y depositados en un recipiente especial, en segundo lugar la comuna de Lo Barnechea consta con un Punto Limpio donde el vecino puede llevar sus residuos y depositarlos en los contenedores que están disponibles en aquel sector, en tercer lugar la municipalidad cuenta con Puntos Limpios Móviles, esto es básicamente un conjunto de basureros móviles para que el vecino pueda tener un Punto Limpio en la cercanía del hogar, por último, en alta montaña existen 6 Puntos Limpios donde el vecino puede llevar sus residuos sólidos reciclables y depositarlos en basureros de manera segregada para que luego estos sean retirados por un camión que tendrá como destino final la planta de reciclaje. En el año 2019 estas tres estrategias de reciclaje de RSD inorgánico en conjunto trataron un total de 5.700 toneladas que representa al 11 % de la basura reciclable generada en el sector.

Como se muestra en el párrafo anterior los esfuerzos de la municipalidad han rendido frutos en torno al reciclaje de RSD inorgánicos, pero hoy en día no existe una gestión para los Residuos Orgánicos siendo esta la principal preocupación tanto de la municipalidad como del Ministerio de Medio Ambiente, este último presentó este año la Propuesta de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2020-2040. Gestionar de manera adecuada los residuos orgánicos es esencial para el medio ambiente ya que como se mencionó anteriormente, representan aproximadamente el 58 % de los RSD por ende es indispensable comenzar a realizar pilotos de prueba para la gestión de este tipo de residuos.

2. Objetivos y Metodología

EL objetivo principal del proyecto es disminuir de la manera más sustentable posible la cantidad de residuos orgánicos, provenientes de alta montaña, que terminan en vertederos con la intención de otorgarles un valor agregado. El ideal es ser una comuna que gestiona sus residuos de manera responsable y sustentable. Este objetivo principal se desglosa en varios objetivos específicos:

- 1) Análisis de Data de Residuos.
- 2) Revisión de Maquinaria.
- 3) Estudio Económico.
- 4) Presentación de Soluciones.

Los objetivos específicos son útiles para poder avanzar de a poco en el proyecto en donde el conjunto de todos los objetivos específicos solucionan el objetivo final del proyecto. A continuación se mostrará en detalle la metodología necesaria para el cumplimiento de los objetivos específicos mencionados anteriormente.

2.1. Análisis de Data de Residuos

Para poder cumplir con este objetivo es necesario realizar un estudio para cuantificar la cantidad de residuos orgánicos generados en la Alta Montaña y luego analizar los resultados. Para

llevar a cabo este proceso se efectuó una compilación de los datos de generación de residuos del sector que tenía la municipalidad, además será necesaria una estimación del porcentaje de residuos orgánicos que serán tratados para obtener con certeza la cantidad final de residuos orgánicos a tratar.

2.2. Revisión de Maquinaria

En esta etapa del proyecto se realizará una investigación profunda de las distintas metodologías y maquinarias que existe actualmente en el mercado. Para la investigación fue necesario realizar reuniones con distintos proveedores de tecnologías y también con empresas u organizaciones que realicen este tipo de gestión como la Universidad de Magallanes.

2.3. Estudio Económico

El estudio económico consta de un análisis económico de la situación actual de la gestión de basura en alta montaña como también un análisis económico para estudiar la factibilidad del proyecto piloto. En este caso es necesaria la utilización de la herramienta de Excel para estudiar los distintos costos que están presentes en este tipo de gestión y posible solución.

2.4. Presentación de Soluciones

Al momento de solucionar este problema existe una enorme cantidad de posibles soluciones variando en su dificultad de implementación, gestión e inversión. Por esta razón es que se entregaran tres posibles soluciones con tres posibles escenarios distintos en donde cada solución resolverá el problema específico de cada escenario. Para cada una de las soluciones propuestas es necesario pensar en la logística que existirá por detrás de esta, como va a funcionar en el día a día el proyecto piloto.

3. Resultados

3.1. Análisis de Data de Residuos

En este objetivo, se obtuvo una plantilla de Excel que muestra mensualmente cuantos residuos orgánicos fueron generados mensualmente en alta montaña. En la [Figura 2](#) se puede apreciar un gráfico que resume los datos del año 2019, para llegar a estos resultados se asumió que el 40% de los residuos generados corresponden a orgánicos, si bien al comienzo de este informe se menciona que los residuos orgánicos corresponden al 58% de los RSD, al asumir un 40% se toma en cuenta que un 20% de residuos orgánicos no serán tratados esto se hace pensando en que al principio de la implementación del proyecto los vecinos y centros de ski tardaran en acomodarse a la separación de residuos in-situ.

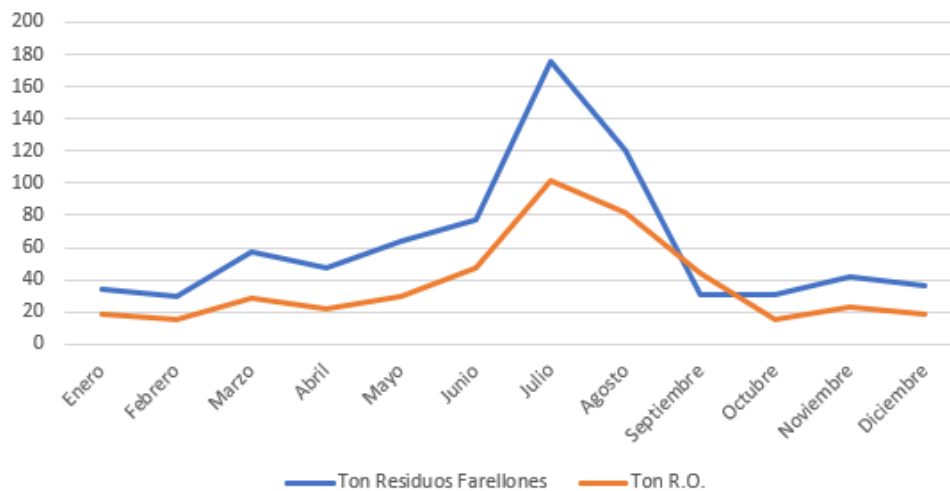


Figura 2: Residuos Mensuales Farellones y Centros de Ski 2019

En la [Figura 2](#) se evidencia un aumento considerable en la generación de residuos entre los Julio y Agosto, esto se debe a la población flotante que presenta el sector ya que en temporada alta (entre Junio y Septiembre) la demanda de nieve es mayor a los meses de temporada baja (entre Octubre y Mayo). Este pick de generación de residuos presenta uno de los mayores problemas a resolver ya que la solución debe ser capaz de variar en la cantidad de residuos que pueda tratar mensualmente.

3.2. Revisión de Maquinaria

Los resultados de esta investigación son los siguientes, en esta lista se muestran los principales tipos de tratamiento de residuos orgánicos, estos pueden ser tanto aeróbicos como anaeróbicos:

- 1) **Compostaje:** Proceso de descomposición aerobia del residuo orgánico. Este proceso se lleva a cabo en camas o pilas de compostaje que gracias a la descomposición del residuo, la aireación de la mezcla y el agregado de sustratos de carbono se obtiene compost, un abono rico en nutrientes para mejorar y/o recuperar suelos.
- 2) **Vermicomposta o Lombricompostaje:** Proceso similar al compostaje, la diferencia está en que el proceso de descomposición del residuo es realizado por la lombriz Roja Californiana que ayuda a la aireación de la cama, el subproducto que se obtiene es humus que puede ser utilizado como abono para las plantas.
- 3) **Biodigestor:** Son equipos modulares o grandes obras civiles que mediante la descomposición anaeróbica del residuo orgánico más la acción de microorganismos en un ambiente acuoso con características específicas producen biogás que puede ser utilizado para la producción de energía y también se produce un líquido rico en nutrientes que funciona como abono para las plantas y el suelo.
- 4) **Deshidratador:** Es un equipo que deshidrata los residuos orgánicos mediante tecnologías patentadas para obtener como subproducto un acerrín rico en nutrientes que puede ser usado como fertilizante o como acondicionador de suelo.

5) Compostera Acelerada: Son equipos que mediante distintas tecnologías aceleran el proceso de compostaje con la finalidad de obtener el subproducto (compost) con mayor rapidez.

6) Armony System (AS): Sistema de arriendo de un equipo de precompostaje que acumula los R.O. dentro del mismo, cuando este está a máxima capacidad (10 Ton) se recoge por un camión de la empresa Armony Sustentable y llevado a la planta para descargar su contenido y continuar con el proceso de compostaje. Cuando el equipo es retirado se intercambia por uno vacío para seguir depositando residuos. Este equipo no produce olores gracias a un sistema de aireación forzada.

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario realizar reuniones con distintos proveedores alrededor del mundo como EWM Solutions (España), Energía-On, Procycla (España), Traesure, entre otras. Además se tuvieron reuniones con la SEREMI del Ministerio de Medio ambiente de la Región de Magallanes por un estudio que se realizó en el sector sobre compostaje y vermicompostaje en zonas frías, por último se sostuvieron conversaciones vía Mail con Stevens Pass que es un centro de ski, ubicado en Washington DC, Estados Unidos, que gestiona sus residuos orgánicos de manera sustentable.

El resultado de esta investigación es una amplia base de datos en Excel que incluye costos fijos, costos variables, costos adicionales, tipo de subproducto, tipo de residuo que puede tratar el equipo (diferenciando entre vegetales, carnes, huesos, panadería y restos de comida), uso de energía y/o agua y además comentarios sobre cada equipo, en las [Tabla 5](#) y [Tabla 6](#) se aprecia la base de datos mencionada anteriormente.

De este estudio bibliográfico se llegó a la conclusión de que el Armony System es el equipo que mejor se adapta a las necesidades del sector ya que la carga máxima mensual (capacidad de residuos orgánicos que puede tratar mensualmente) es variable ya que se puede tener más de un equipo al mismo tiempo por lo que soluciona el problema de población flotante y además este equipo funciona a temperaturas extremas como las de la alta montaña. Además este equipo funciona con un sistema de arriendo por lo que no se tendrá que incurrir en grandes costos de inversión relacionados al tratamiento en sí del residuo orgánico como se tendría que hacer para implementar alguna de los equipos mencionados anteriormente.

Por otro lado las estrategias de compostaje y vermicompostaje en Alta Montaña quedaron descartadas luego de establecer reuniones con la SEREMI del MMA de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena. En la región de Magallanes se realizó el “Programa de compostaje de Residuos Sólidos” que derivó en un estudio sobre cómo compostar en zonas frías, los resultados de este fueron que si es posible compostar pero los residuos orgánicos, debido a las bajas temperaturas y fuertes vientos gélidos, demoran más tiempo en descomponerse lo que conlleva a que el proceso de compostaje tarde más de lo esperado en condiciones estándar, además para poder compostar en zonas con estas características ambientales es necesario adicionar guano (de cordero o gallina) para poder aumentar la temperatura de la pila de compostaje.

3.3. Estudio Económico

Para evaluar la factibilidad económica del proyecto es necesario conocer los gastos actuales en gestión de basura en alta montaña para luego compararlo con los gastos involucrados del proyecto. En la [Tabla 1](#) se aprecia en estado de resultado de la situación actual, de esta se concluye que

para un tratamiento de 708 Toneladas de residuos anuales se gastaron \$70.829.716 CLP lo que nos da un costo de \$100.042 CLP por tonelada de residuos (basura) tratada.

Tabla 1: Estado de Resultado Gestión Actual Basura en Alta Montaña

| | Unitario [CLP/unidad] | Unidades | Mensual [CLP/mes] | Anual [CLP/año] |
|--|-----------------------|----------|-------------------|-----------------|
| Maquinaria y/o Gastos Fijos | | | | |
| Costo de Inversión | \$62.043.590 | 1 | - | - |
| Depreciaciones Anuales | - | - | \$344.806 | \$4.137.678 |
| Costo de Mantenición | \$309.400 | 1 | \$25.783 | \$309.400 |
| Costo de Repuestos | | | - | - |
| Chavetas de Alza Contenedor | \$5.950 | 2 | \$992 | \$11.900 |
| Gomas parte inf. Alza Contenedor | \$220.269 | 1 | \$18.356 | \$220.269 |
| Graseras Alza Contenedor | \$44.625 | 1 | \$3.719 | \$44.625 |
| Manguera Hidráulica | \$49.385 | 1 | \$4.115 | \$49.385 |
| Pernos de Sucesión Alza Contenedor | \$64.260 | 1 | \$5.355 | \$64.260 |
| Total | | | \$403.126 | \$4.837.517 |
| Costo Recursos Humanos | | | | |
| Sueldos | | | | |
| Chofer | \$1.128.748 | 2 | \$2.257.496 | \$27.089.952 |
| Ayudante | \$728.748 | 3 | \$2.186.244 | \$26.234.928 |
| Total | | | \$4.443.740 | \$53.324.880 |
| Costo Disposición Final | | | | |
| Costo Descarga por Tonelada | \$11.156 | 708 | \$658.204 | \$7.898.448 |
| Total | | | \$658.204 | \$7.898.448 |
| Gastos Variables | | | | |
| Bencina | | | | |
| Vertedero | \$227 | 17659 | \$334.643 | \$4.015.719 |
| Viaje en el Sector | \$227 | 3312 | \$62.763 | \$753.152 |
| Total | | | \$397.406 | \$4.768.871 |
| Resumen Ejecutivo de los Costos | | | \$5.902.476 | \$70.829.716 |
| Costo Promedio Por Tonelada Manejada 2019 | | | \$8.337 | \$100.042 |

Con estos costos en mente se pueden comparar los gastos del proyecto piloto con los gastos actuales en gestión de basura. En la [Presentación de Soluciones](#) se mostrarán los gastos asociados a las soluciones propuestas que lo ameritan.

3.4. Presentación de Soluciones

Las soluciones planteadas a continuación se encuentran ordenadas por facilidad de implementación, nivel de inversión y complejidad en la logística. Siendo la primera solución la que presenta un bajo nivel de inversión, mayor facilidad en la implementación y la logística mas simple.

En todas las soluciones descritas a continuación es necesaria la implementación de un plan de educación sobre los residuos orgánicos, como segregarlos y el subproducto que pueden generar con la finalidad de que la separación in-situ por parte de los vecinos sea correcta.

3.4.1. Retiro casa a casa de los R.O. con disposición final en planta de tratamiento de residuos orgánicos.

Esta propuesta consiste en un sistema de retiro casa a casa con separación in-situ de los residuos orgánicos domiciliarios y de los residuos orgánicos generados por los centros de Ski. Este sistema funcionaria de la siguiente forma: Un día a la semana en temporada baja o dos veces a la semana en temporada alta un camión compactador de la municipalidad recolectara todos los residuos orgánicos que estarán previamente depositados en basureros herméticos especiales (para disminuir la generación de olores), luego de que el camión realice el recorrido este se dirigirá a la planta de tratamiento de residuos orgánicos donde depositará los residuos para que en esta planta se genere compost a partir de ellos. Este tipo de solución es implementada en Stevens Pass, un centro de Ski ubicado en Washington DC, Estados Unidos, mediante conversaciones vía e-mail se comentó que en este lugar los residuos orgánicos son recolectados y depositados en plantas de compostaje ubicadas en el sector.

Es crucial en este tipo de solución la motivación para segregar del vecino y del centro de ski, a continuación se presentan las estrategias de “motivación”. Por el lado de los vecinos estos se verán “obligados” a segregar ya que el camión compactador recolector de basura solamente recolectará las bolsas de basura que estén dentro de los botes de basura, por ende, si este se llena el vecino tendrá que tener esa basura en su casa hasta que se vacíe el basurero correspondiente a basura. Por otro lado para motivar a los centros de ski se implementará un sistema de cobros por derechos de aseo basado en el sistema que tiene San Francisco, Estados Unidos. Este sistema cobra un valor por usar los botes de residuos orgánicos y el doble de ese valor por los botes de basura. Además se realiza un descuento al monto final dependiendo del porcentaje de reciclaje de R.O. que se tenga con respecto a la totalidad de residuos generados. Por ejemplo: Si la empresa A contrata un basurero de 360L mas un basurero de R.O. de 120L, esta empresa tendrá un porcentaje de reciclaje de R.O. de un 25 % y el descuento aplicado al monto final seria de 12,5 %.

A continuación se presenta el estado de resultado de la implementación de esta solución en la Alta Montaña en donde se espera tratara un total de 256 Ton de R.O

Tabla 2: Resumen de Costos de Solución con Retiro Casa a Casa

| Costo Total | Inversión [CLP] | Mes [CLP/Mes] | Año [CLP/Año] | Año s/Depreciación[CLP/Año] |
|---------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| I. Bolsas de Basura | - | \$1.397.536 | \$16.770.432 | \$16.770.432 |
| III. Costos Variables | - | \$181.921 | \$2.183.049 | \$2.183.049 |
| IV. Basureros | \$7.282.800 | \$121.380 | \$1.456.560 | - |
| V. Valor Recepción R.O. | - | \$1.615.229 | \$19.382.750 | \$19.382.750 |
| Total | | \$3.316.066 | \$39.792.791 | \$38.336.231 |
| Valor por Tonelada | | | \$140.477 | \$135.335 |

Es pertinente mencionar que los costos de la [Tabla 2](#) son aproximados ya que al ser un proyecto municipal este debe ser licitado y los costos del proyecto dependerán de la empresa a la que se le otorgue la licitación. Los datos de la [Tabla 2](#) fueron tomados de los costos de la empresa Armony Sustentable.

3.4.2. Tratamiento in-situ en Centros de Ski mas implementación de un Punto Limpio para los Residuos Orgánicos de los vecinos.

Para la implementación de esta solución es necesaria una alianza publico/privada junto a los centros de Ski. Esto se debe a que los centros de Ski realizarán un tratamiento in-situ de sus R.O. mediante la contratación del Armony System para facilitar la gestión de estos como también se preocuparán del vaciado de los basureros del “Punto Limpio de R.O.” en el AS. Por su parte, los vecinos dispondrán de un “Punto Limpio de Residuos Orgánicos” que este ubicado cerca del Armony System.

La gestión del AS será proporcionada por el centro de ski ya que ellos son los que contratarán el servicio de Armony. Por otra parte, la Municipalidad de Lo Barnechea estará a cargo de la obra civil y la gestión del “Punto Limpio de R.O.”. En la [Figura 3](#) se representa gráficamente el funcionamiento de esta solución, en esta el Punto Limpio se representa por un basurero, los centros de ski representados por El Colorado, y la imagen del container representa el AS.

El estudio económico de esta solución no fue posible de realizar ya que los costos en los que incurriría la Municipalidad de Lo Barnechea son muy variables, dependerán del valor de la obra civil del “Punto Limpio de R.O.” y del Armony System que desee implementar cada centro de Ski para dimensionar la cantidad de basureros necesarios en el “Punto Limpio de R.O.”.

3.4.3. Implementación de una Planta de Compostaje de R.O. utilizando varios Armony System.

La planta de compostaje que se tiene en mente es una planta a pequeña escala que utilice varios AS, estos pueden ser utilizados porque si los residuos se almacenan el tiempo suficiente dentro del AS el proceso de precompostaje se transforma en un proceso de compostaje limpio, sin vectores indeseados (olores, roedores, moscas, etc). Esta planta funcionará de la siguiente manera: Primero los residuos serán recolectados por el camión compactador casa a casa (al igual que la primera solución) para luego ser depositados en la planta, los residuos orgánicos depositados serán vertidos en el primer AS utilizando la pala de un buldócer, este proceso sigue su curso hasta que se llene el primer AS, cuando esto ocurra los residuos del primer AS son trasladados a un segundo AS para seguir con el proceso de compostaje, como el primer AS fue vaciado se vuelven a introducir residuos orgánicos en su interior y cuando llega a su capacidad máxima de almacenamiento los residuos del segundo AS pasa a un tercer AS y los del primero al segundo y así se continua hasta llegar a un punto en que el subproducto del ultimo AS será compost. En la [Figura 4](#) se representa gráficamente el funcionamiento de esta solución. Cabe mencionar que para que este proceso funcione es necesario agregar materiales orgánicos cafés (ramas) desde el segundo AS en adelante para que se produzca compost.

Lo bueno que tiene esta solución es que deja de ser necesario el traslado de los camiones compactadores (solución uno) o del camión tráiler que transporta el AS (solución dos) desde la Alta Montaña a los puntos de disposición final, disminuyendo las emisiones de CO₂. El problema, es la inversión que implica poner en marcha este proyecto, por esta razón se pretende comenzar con cualquiera de las otras dos soluciones con la posibilidad de escalar instalando la planta descrita anteriormente. Además, es necesario ajustar el Plan Regulador Comunal (PRC) que define el uso que se le puede otorgar a los suelos de la comuna de Lo Barnechea para permitir la realización de este proyecto. Actualmente en este sector esta prohibido el uso de suelo productivo y/o infraestructural y para el desarrollo de este proyecto es necesario contar con la disponibilidad

de terreno como también con el visto bueno del PRC.

4. Conclusión

A modo de conclusión, a lo largo de este informe se analizaron distintos puntos del proyecto final, donde el objetivo principal de este sería la implementación de un proyecto piloto sobre tratamiento y gestión de residuos orgánicos en la Alta Montaña de la Municipalidad de Lo Barnechea, con la finalidad de que Farellones y los centros de ski sean la primera comunidad en gestionar sus residuos orgánicos de manera eficiente con el propósito de que a futuro poder llegar a “Farellones Cero Basura”. Para lograr este meta fue necesario cumplir una serie de objetivos específicos para así cumplir etapas que permitan la planeación adecuada del proyecto. Durante este periodo se realizaron revisiones bibliográficas, reuniones, análisis de casos de éxitos como el de San Francisco entre otras tareas que facilitaron el estudio del proyecto.

Para poder implementar este tipo de proyectos es necesario generar un plan de educación vecinal y también empezar con proyectos piloto a pequeña escala como lo es la solución 1 de este informe; *“Retiro casa a casa de los R.O. con disposición final en planta de tratamiento de residuos orgánicos”*. Al partir con proyectos a pequeña escala se puede analizar el impacto que estos tengan para luego ir escalando en el mismo sector o bien, trasladar el piloto a otro sector. Esto ayuda también a reducir el riesgo de inversiones muy grandes que puedan terminar en desperdicio de bienes económicos.

Como se menciona en el párrafo anterior la solución propuesta puede ser aplicada en otros sectores de la comuna uno de estos sectores es el condominio Santuario del Valle mas la zona Alto los Bravos. Se selecciona este territorio por dos razones principalmente, la primera es que es un sector donde se pagan derechos de aseo y por el nivel económico de este es posible agregar un costo por el servicio, en segundo lugar, debido a la posibilidad de obtener datos que nos permitan evaluar la cantidad de basura que se sigue depositando en los vertederos ya que la basura de este sector es recolectada por un único camión. En la [Tabla 3](#) se pueden ver los costos asociados que tendría la implementación de esta solución el esta zona.

Tabla 3: Costos Asociados a la Gestión Externa de R.O.

| | Costo Total | Inversión | Mes | Año |
|------|------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| I. | Bolsa Compostaje | - | \$1.905.904 | \$22.870.848 |
| II. | Basurero | \$21.000.000 | \$291.667 | \$3.500.000 |
| III. | Recepción | - | \$2.966.547 | \$35.598.567 |
| IV. | Logística (7 m3) | \$55.878.400 | \$989.422 | \$11.873.067 |
| V. | Gastos Variables | - | \$91.594 | \$1.099.130 |
| | Total | \$76.878.400 | \$6.245.134 | \$74.941.612 |
| | Costo por Tonelada | - | - | \$135.223 |
| | Costo Unitario por Vivienda | - | \$8.922 | \$107.059 |
| | D.A. Domiciliarios | \$25.412 | \$8.471 | \$101.649 |

Por otro lado, la gestión de residuos orgánicos puede ser realizada por una empresa que

realice el retiro y tratamiento de estos. Los beneficios que trae tercerizar la gestión son dos principalmente, primero no es necesario realizar una inversión importante (como la compra de un camión recolector) y segundo la gestión es ejecutada por una empresa que tiene experiencia en el rubro, con servicio al cliente desarrollado y técnicas perfeccionadas. Para conocer los costos asociados a esta solución se establecieron conversaciones con la empresa Karübag, estos se pueden ver en la [Tabla 4](#) a continuación.

Tabla 4: Costos Asociados a la Gestión Externa de R.O.

| I. Implementación Inicial - Unico | 500 Viviendas | 200 Departamentos | 400 Departamentos |
|--|---------------------|--------------------|---------------------|
| Valor Karübucket | \$5.000 | \$5.000 | \$5.000 |
| Nº Karübuckets | 500 | 200 | 400 |
| Pago Unico | \$2.500.000 | \$1.000.000 | \$2.000.000 |
| Costo Unitario por Vivienda | \$5.000 | \$5.000 | \$5.000 |
| II. Servicio de Reciclaje - Mensual | 500 Viviendas | 200 Departamentos | 400 Departamentos |
| Litros Semanales por Hogar | 20 | 10 | 10 |
| Litraje Maximo por Retiro - 1 semanal | 10000 | 2000 | 4000 |
| Nº Bolsas Compostables por Semana (10 L) | 1000 | 400 | 800 |
| Nº Bolsas de Compost cada 6 meses (1 kg) | 500 | 200 | 400 |
| Costo Total - Mensual | \$1.200.000 | \$600.000 | \$1.100.000 |
| Costo Total - Anual | \$14.400.000 | \$7.200.000 | \$13.200.000 |
| Costo Unitario por Vivienda - Mensual | \$2.400 | \$3.000 | \$2.750 |

Para poder realizar varios pilotos en distintos escenarios se evaluaron diversos sectores, en primer lugar un condominio de 500 casas con 7 integrantes cada una, en segundo lugar, un condominio de 4 edificios con 50 departamentos cada uno y 5 integrantes por vivienda, por ultimo, un condominio de 4 edificios con 100 departamentos cada uno y 5 integrantes por vivienda.

Si comparamos los datos de la [Tabla 4](#) y la [Tabla 3](#) se puede ver que la gestión externa de residuos orgánicos ofrece un costo unitario mensual por vivienda menor a la que presenta la gestión interna de estos residuos. Es por esto que se recomienda realizar la recolección de R.O. de manera externa para disminuir gastos y asegurar una gestión de buena calidad con el soporte de una empresa especialista en este tema.

5. Bibliografía

1) Ministerio de Medio Ambiente. (2020). Propuesta Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2020-2040. <https://consultaciudadanas.mma.gob.cl/portal>

6. Anexos

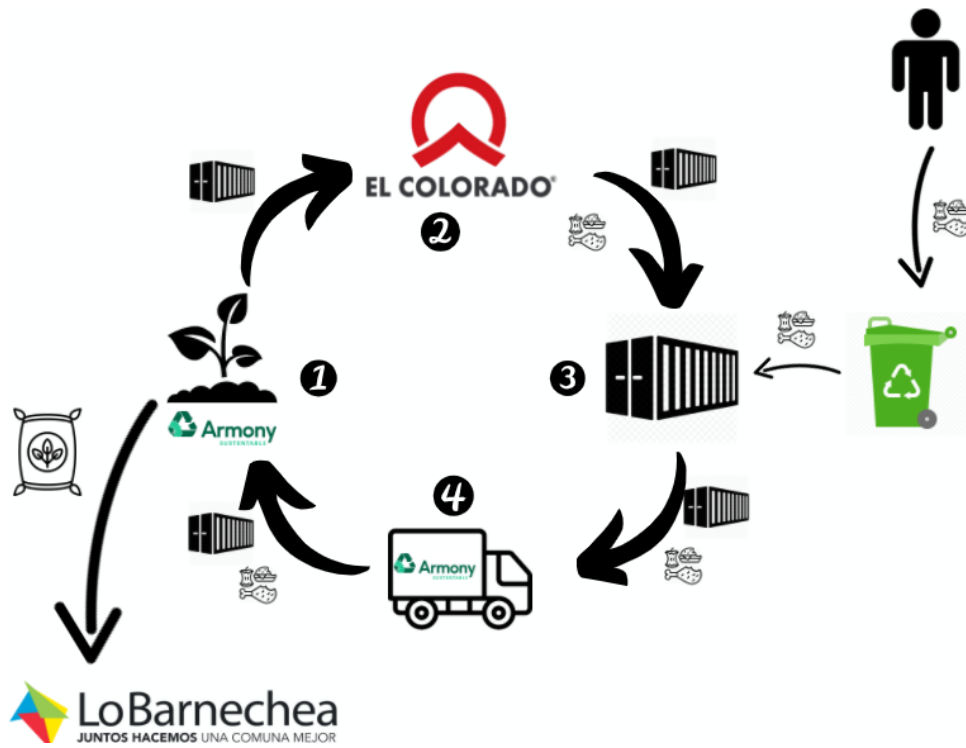


Figura 3: Diagrama representativo del funcionamiento de la Solución N°2

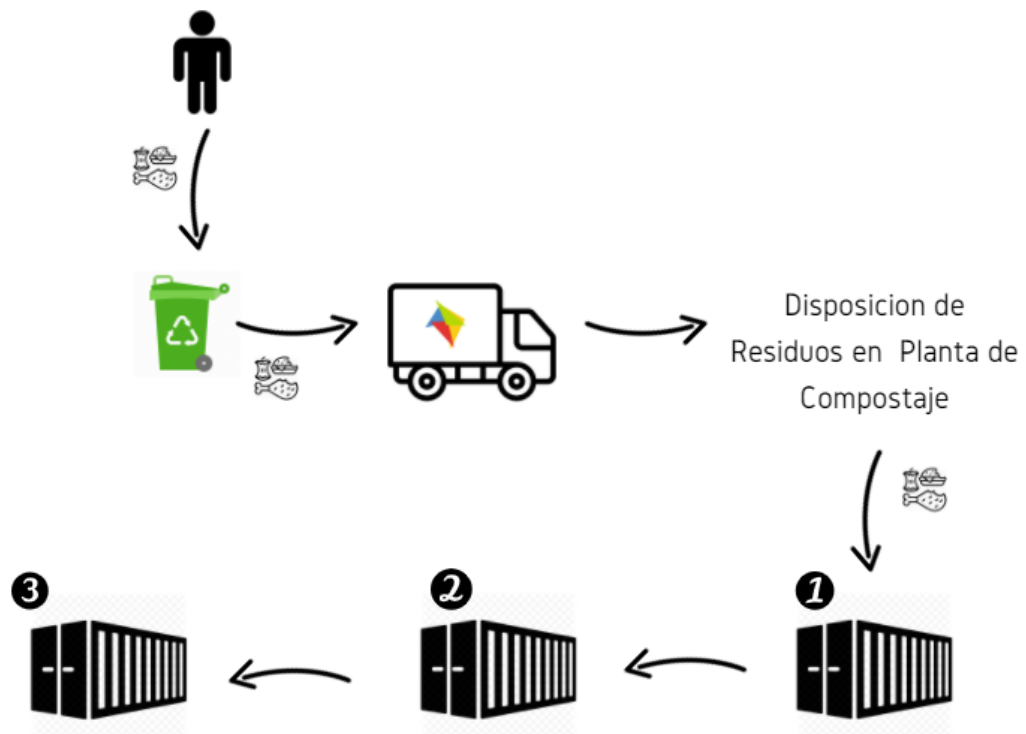


Figura 4: Diagrama representativo del funcionamiento de la Solución N°3

Tabla 5: Base de Datos Proveedores de Equipos para tratar R.O.

| Proveedor | Máquina | Tipo | Característica del Subproducto |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| HomeBiogas | HomeBiogas 7.0 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Fundación OIDA | Compostera Doble | Compostera de Aire | Compost |
| EWM Solutions | WasteMaster 400 | Compostera Acelerada | Accerrin Fertilizante |
| EWM Solutions | WasteMaster 1000 | Compostera Acelerada | Accerrin Fertilizante |
| Ecología En Tu Barrio | Biocompostador 100 | Compostera Acelerada | Compost |
| Ecología En Tu Barrio | Biocompostador 150 | Compostera Acelerada | Compost |
| Ecología En Tu Barrio | Biocompostador 600 | Compostera Acelerada | Compost |
| Ecología En Tu Barrio | Biocompostador 1000 | Compostera Acelerada | Compost |
| Ecología En Tu Barrio | Biocompostador 1600 | Compostera Acelerada | Compost |
| Energía On | EX30 - Arriendo | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Energía On | EX50 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Energía On | EX1000 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Energía On | LFC50 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Energía On | LFC300 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Energía On | LFC1000 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| N/N | - | Lombricompostaje | Humus |
| ProCycla | Modulo Digestión Anaerobia | Biodigestor | Lixiviado y Energía |
| Impact Bioenergi | Nautilus AD185 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Impact Bioenergi | Horse AD25 | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Oklin (Biofeed Chile) | GG300 | Compost Acelerado | Compost |
| Oklin (Biofeed Chile) | GG500 | Compost Acelerado | Compost |
| Traesure | Biodigestor Modular | Biodigestor | Líquido rico en Nutrientes |
| Yo cuido el Planeta | Bioprocesador Express 21/100s | Compost Acelerado | Compost |
| Yo cuido el Planeta | Bioprocesador Express 21/200s | Compost Acelerado | Compost |
| Organiclab | OL-400d | Deshidratador | Sustrato Orgánico y agua |
| Organiclab | OL-1000d | Deshidratador | Sustrato Orgánico y agua |

Tabla 6: Continuación Tabla 5

| Proveedor | Funciona en Parcelas | Subproductos | Costo Inversión c/IVA [USD] | Costo Operación Anual [USD] | Costo Mantenimiento Anual [USD] | Costos extras [USD] |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|
| HomaBiogas | No | Lixiviado y Biogás | \$2.130 | ? | - | - |
| Fundación OIDA | No | Compost | ? | - | - | - |
| EWM Solutions | SI | Acerrin Fertilizante | \$118.930 | - | \$1.367 | - |
| EWM Solutions | SI | Acerrin Fertilizante | \$151.905 | - | \$1.367 | - |
| Ecología En Tu Barrio | ? | Compost | \$67.982 | - | \$2.599 | - |
| Ecología En Tu Barrio | ? | Compost | \$76.178 | - | \$2.599 | - |
| Ecología En Tu Barrio | ? | Compost | \$233.788 | - | \$2.599 | - |
| Ecología En Tu Barrio | ? | Compost | \$319.956 | - | \$2.599 | - |
| Ecología En Tu Barrio | ? | Compost | \$385.379 | - | \$2.599 | - |
| Energía On | No | Lixiviado | \$5.352 (Anual) | ? | ? | ? |
| Energía On | No | Lixiviado | \$12.500 | ? | ? | ? |
| Energía On | No | Lixiviado | \$80.460 | \$6.006 | ? | ? |
| Energía On | No | Lixiviado | \$20.349 | \$353 | ? | \$43.733 |
| Energía On | No | Lixiviado | \$55.073 | \$1.056 | \$1.320 | \$43.733 |
| Energía On | No | Lixiviado | \$131.543 | \$6.400 | \$1.320 | \$52.479 |
| N/N | SI | Humus | | Depende del tamaño que se quiera aplicar | | |
| ProCyclo | SI | Lixiviado y Biogás | \$117.965 | - | - | Sistema de Pre y Posttratamiento |
| Impact Bioenergí | ? | Lixiviado o Compost | ? | ? | ? | ? |
| Impact Bioenergí | ? | Lixiviado o Compost | ? | ? | ? | ? |
| Oklin (Biofeed Chile) | ? | Compost | \$191.240 | ? | ? | Fletes e Impuestos |
| Oklin (Biofeed Chile) | ? | Compost | \$286.860 | ? | ? | Fletes e Impuestos |
| Trasvare | ? | Lixiviado y Biogás | ? | ? | ? | ? |
| Yo cuido el Planeta | No | Compost" | \$29.117 | ? | \$11.544 | Equipos Extra |
| Yo cuido el Planeta | No | Compost" | \$37.851 | ? | - | Equipos Extra |
| Organiclab | ? | Sustrato Orgánico y agua | \$99.003 | - | \$2.127 | - |
| Organiclab | ? | Sustrato Orgánico y agua | \$216.087 | - | \$3.448 | - |