



VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA COMUNA DE QUEMCHI, PROVINCIA DE CHILOÉ



Habilitación presentada para optar al título de
Ingeniero Ambiental

JAIRO ANTONIO ZAPATA VERA

Profesora Guía: Dra. Patricia González

Concepción, Chile
2021



“VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA COMUNA DE QUEMCHI, PROVINCIA DE CHILOÉ”.

PROFESOR GUÍA: Dra. Patricia González Sánchez

PROFESOR CO- GUÍA: Dr. Mauricio Aguayo Arias

PROFESOR COMISIÓN: Dr. Claudio Valdovinos Zarges



CONCEPTO: APROBADO CON DISTINCIÓN MÁXIMA

Conceptos que se indica en el Título

- ✓ Aprobado por Unanimidad : (En Escala de 4,0 a 4,9)
- ✓ Aprobado con Distinción (En Escala de 5,0 a 5,6)
- ✓ Aprobado con Distinción Máxima (En Escala de 5,7 a 7,0)

Concepción, mayo 20201



100 AÑOS
DE
DESARROLLO
LIBRE DEL
ESPÍRITU

Por el desarrollo libre del espíritu

Casilla 160 C - Correo 3 - Fono (56-41) 204072 - Fax (56-41) 2207076 - Ciudad Universitaria - Concepción - Chile - <http://www.eula.cl>

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.



A mi madre, por su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

El siguiente documento es la culminación de una carrera de altos y bajos que comenzó desde hace mucho antes de ingresar a la carrera de Ingeniería Ambiental, durante todo este proceso he contado con el incondicional apoyo de mi madre, a quien le dedico este trabajo y agradezco por todo, en conjunto con toda mi familia que siempre ha sido un pilar fundamental tanto para mi formación académica como personal, a todos ustedes muchas gracias. Agradecer también a mi compañera, partner y amiga de la vida por estar siempre a mi lado brindando todo su apoyo, Ale, esto igual es por ti. Por otro lado, no puedo dejar de agradecer a quienes formaron parte de este camino de aventuras, viajes, experiencias y trasnoche, mis compañeros y compañeras que a lo largo de toda la carrera fueron quienes me inspiraron a dar lo mejor de mí, en especial a Diego y Gustavo, con quien compartí codo a codo esta experiencia, gran parte de todo esto es gracias a ustedes. Quiero agradecer igualmente, a todas esas personas que sin conocerme abrieron las puertas de sus casas y me permitieron formar parte de su familia, la Sra. Nena y Don Nolberto de Isla Mocha, la Señora Marión, don Luis, Sebastián y Juanita de Quemchi, muchas gracias por la hospitalidad. Sin duda debo agradecer a todo el equipo de la oficina de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Quemchi, donde encontré más que colegas, amigos, quienes de forma desinteresada e inclusive voluntariamente aportaron en el desarrollo de esta investigación, este trabajo es parte de ustedes igual. Por otro lado, quisiera agradecer el tremendo apoyo que me han entregado mis profesores de la facultad de ciencias ambientales a lo largo de toda mi carrera, en especial a la profesora Patricia González, quien me entregó las oportunidades de enfocar el término de mi carrera en terreno y que sin su confianza en mis capacidades nada de esto hubiese sido posible.

Finalizo con fortalecer el agradecimiento a toda mi familia, que, en cada viaje, terreno, dificultades y bonanzas, estuvieron conmigo, preocupándose de mi bienestar y comodidad, sinceramente me siento afortunado por el constante apoyo recibido por todas mis tías, tíos, primas y primo, les debo mucho. No puedo dejar de lado a mis queridos abuelos, Mama y Tata, esto igual es por ustedes. Mis pequeños Rafael e Isabella, quienes me levantaban el ánimo y animaban a dar lo mejor de mí a la distancia. Y por supuesto, nuevamente agradecer a mis padres, Rosita y Juanito, son el pilar fundamental en esta parte de mi vida, gracias por su apoyo incondicional, confianza y fe en mí y mis habilidades.



ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Tipos de Residuos.....	4
2.2 Gestión de Residuos.....	6
2.3 Herramientas para la Gestión de Residuos	9
2.4 Gestión de Residuos en Zonas Aisladas	12
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
4. OBJETIVOS	15
5. METODOLOGÍA.....	16
5.1 Diagnóstico.....	17
5.1.1 Información socioeconómica, geográfica y de distribución territorial:	18
5.1.2 Actual Gestión de Residuos Sólidos Municipales:	18
5.2 Caracterización de Residuos Sólidos Municipales	18
5.2.1 Procedimiento para Caracterización	19
5.2.2 Determinación de Categorías a Caracterizar	20
5.2.3 Estudio y análisis de las muestras.....	21
5.2.4 Determinación de Material Valorizable.....	22
5.3 Planteamiento de alternativas para tratamiento de RSM focalizado en valorización, según características territoriales	23
5.3.1 Plan de Tratamiento.....	24
5.3.2 Plan de Capacitación y educación ambiental.....	24
5.4 Factibilidad Técnica – Económica de las Alternativas Propuestas	25
5.4.1 Aplicación de Instrumento de Análisis Poblacional	25
5.4.2 Análisis de geografía y distribución territorial.	26
5.4.3 Evaluación Socioeconómica.....	26
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
6.1 Diagnóstico.....	27
6.1.1 Información geográfica, socioeconómica y de distribución territorial.	28
6.1.2 Manejo de Residuos Sólidos Municipales Actual	32
6.2 Caracterización de Residuos Sólidos Municipales:	43

6.2.1 Determinación del tamaño de muestra:	44
6.2.2 Condiciones específicas de muestreo:	45
6.2.3 Resultados de la caracterización de residuos.....	45
6.2.4 Determinación de Material Valorizable:.....	48
6.3 Alternativas para Tratamiento de RSM focalizado en Valorización, según características territoriales.....	50
6.3.1 Fondos concursables para la aplicación de medidas de valorización y reducción de generación de residuos.....	51
6.3.2 Empresas Gestoras de la zona:	51
6.3.3 Generación de Residuos en Origen:	51
6.3.4 Separación en Origen	52
6.3.5 Recolección Selectiva:	61
6.4 Plan de Difusión y Educación Ambiental:.....	62
6.4.1 Plan de Difusión y Educación Ambiental para Residuos Inorgánicos:	63
6.4.2 Plan de Difusión y Educación Ambiental para Residuos Orgánicos:	63
6.5 Factibilidad Técnica – Económica de las Alternativas Propuestas:	64
6.5.1 Aplicación de instrumento de análisis poblacional sobre reciclaje y hábitos de consumo:.....	64
6.5.2 Evaluación Socioeconómica del proyecto.....	66
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
9 ANEXOS	83
Anexo 1: Residuos Reciclables	83
Anexo 2: Información Socioeconómica, geográfica y de distribución territorial.	86
Anexo 3: Detalle de Información requerida para el diagnóstico.	88
Anexo 4: Metodología de Caracterización	89
Anexo 5: Clasificación detallada de Residuos Sólidos (NCh 3321,13).....	90
Anexo 6: Centro de Acopio.	91
Anexo 7: Número de Muestras para Caracterización.....	92
Anexo 8: Empresas Gestoras de la zona	93
Anexo 9: Instrumento de Percepción.	94
Anexo 10: Resultados de Instrumento de percepción: Reciclaje y Hábitos de consumo.	97
Anexo N°11: Registro Fotográfico de la realización de las actividades:.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1	Distribución de la estructura poblacional	30
Tabla N°2	Trabajadores según rubro empresarial	31
Tabla N°3	Zonas y cuadrantes identificados	32
Tabla N°4	Resultados de recorridos de recolección	38
Tabla N°5	Dimensiones de Vertedero	42
Tabla N°6	Número de muestras por sector	45
Tabla N°7	Condiciones atmosféricas para caracterización	45
Tabla N°8	Composición de RSM en categoría general	46
Tabla N°9	Composición de RSM en categoría detallada	46
Tabla N°10	Cantidad de residuos potencialmente valorizables	49
Tabla N°11	Ubicación geográfica de centro de acopio	56
Tabla N°12	Detalles de costos de implementación del proyecto	71
Tabla N°13	Detalles de costos de Operación del proyecto	72
Tabla N°14	Componentes de caracterización de residuos sólidos	90
Tabla N°15	Cantidad de Muestras según NCh 3321,13	92
Tabla N°16	Empresas Gestoras de Material Valorizable en la Zona	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Escenario para la gestión de RSM en zonas insulares	14
Fig. 2	Contribución a las emisiones según tipo de tratamiento	14
Fig. 3	Esquema de Metodología	17
Fig. 4	Metodología de Formulación y Evaluación para proyectos de valorización	26
Fig. 5	Ubicación Geográfica de la comuna de Quemchi	29
Fig. 6	Recorrido de Recolección de RSM en la Comuna	35
Fig. 6-a	Recorrido de Recolección de RSM en sector Norte-Costa	35
Fig. 6-b	Recorrido de Recolección de RSM en sector Norte-Interior	36
Fig. 7	Recorrido de Recolección de RSM en sector Urbano	36
Fig. 7-a	Recorrido de Recolección de RSM en sector Sur-Montemar	37
Fig. 7-b	Recorrido de Recolección de RSM en sector Sur-Quicaví	37
Fig. 8	Dimensiones del Vertedero Municipal	42
Fig. 9	Proyecto de Adecuación de Vertedero	43
Fig. 10	Gráfico de composición de RSM según zona	47
Fig. 11	Distribución de Puntos Verdes	54
Fig. 12	Ubicación Geográfica de Centro de Acopio	57
Fig. 13	Pasos del reciclaje mecánico	83
Fig. 14	Resultados pregunta N°1 para Instrumento de Percepción	97
Fig. 15	Resultados pregunta N°2 para Instrumento de Percepción	97
Fig. 16	Resultados pregunta N°3 para Instrumento de Percepción	98
Fig. 17	Resultados pregunta N°4 para Instrumento de Percepción	98
Fig. 18	Resultados pregunta N°5 para Instrumento de Percepción	99
Fig. 19	Resultados pregunta N°6 para Instrumento de Percepción	99
Fig. 20	Resultados pregunta N°7 para Instrumento de Percepción	100
Fig. 21	Resultados pregunta N°8 para Instrumento de Percepción	100
Fig. 22	Resultados pregunta N°9 para Instrumento de Percepción	101
Fig. 23	Resultados pregunta N°10 para Instrumento de Percepción	101
Fig. 24	Resultados pregunta N°12 para Instrumento de Percepción	102

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analiza la factibilidad técnica y económica de la implementación de medidas de manejo enfocadas en la valorización de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi, provincia de Chiloé. Sector con altos índices de aislamiento, un 34,68% de la población comunal, teniendo dentro de la jurisdicción municipal 9 islas pobladas en las que se deben manejar residuos sólidos.

La problemática asociada a la gestión de residuos en la provincia de Chiloé se exagera, tanto por la insularidad de esta, como por la no existencia de un lugar adecuado para su disposición final, en donde cada municipio se hace responsable de los residuos que se generan en su comuna de manera particular y no contando con las exigencias mínimas de un relleno sanitario adecuado en toda la provincia, disponiendo los residuos en basurales, sin autorización sanitaria ni ambiental.

La valorización de residuos sólidos municipales se hace indispensable en la búsqueda de disminuir la cantidad de residuos que llegan a recintos de disposición final.

En primera instancia se debió realizar un diagnóstico de la situación actual en la gestión de residuos, considerando la generación de estos, traslados y disposición final, por lo que fue necesario realizar una caracterización de residuos sólidos municipales, siguiendo los lineamientos que entrega la norma chilena N°3321/2013, determinando que los índices de generación son

particulares para cada sector de la comuna de Quemchi, en donde particularmente en los sectores insulares se obtuvieron bajos índices de generación de residuos, con un per cápita de 0,27 kg/día por habitante, casi un cuarto de la generación en el resto del país.

Por otro lado, una vez realizado el diagnóstico se determinaron las distintas problemáticas que existen en la comuna para llevar a cabo el plan de gestión de residuos basado en valorización, determinando que la insularidad y asilamiento de algunas localidades presenta un desafío económico y estratégico para el desarrollo de medidas de manejo. Además de encontrarse con problemas asociados a la gestión municipal y regional, como planes y proyectos de reciclaje que no se adecuan a la realidad territorial o la no presencia de recicladores de base en toda la comuna.

Para solucionar estos problemas, se plantea una estrategia de valorización guiándose en la política nacional de residuos y estudios complementarios que indican una jerarquización de la gestión de residuos, planteando alternativas que contemplan la separación en origen, disposición final segregada e instalación de estaciones de transferencia, que posteriormente se evaluaron favorablemente mediante la aplicación de la metodología de Evaluación de Proyectos de Valorización que entrega la Subsecretaría de Desarrollo Regional.

1. INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento poblacional, en conjunto con el desarrollo económico y los procesos de urbanización han provocado un considerable aumento en las problemáticas de desarrollo sostenible, en donde la gestión de residuos sólidos municipales (RSM) es una gran preocupación (Wang, 2018). Según Kaza, en el informe del Banco Mundial de datos para el 2050 los desechos a nivel mundial crecerán en un 70% con relación a la generación actual, aumentando de 2010 millones de toneladas registrada en 2016, a 3400 millones para 2050. (Kaza,2018).

Todos los esfuerzos de la actualidad en temas de residuos quedan reflejados en las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en donde en el objetivo 11 de Ciudades y Comunidades Sostenibles, particularmente en la meta 11.6 que dice “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo” (ODS, 2016).

Los indicadores para medir el progreso en estas áreas son la tasa de reciclaje y toneladas de material reciclado; pero paradójicamente no se sabe mucho sobre estos factores en países tercermundistas, a diferencia de países ricos en donde el reciclaje se ha adoptado desde hace mucho tiempo. (Valenzuela-Levi, 2019).

Chile pertenece a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) desde 2010, sin embargo, la generación de riquezas no va acompañada de un desarrollo significativo en gestión de residuos sólidos, no existiendo a 2019 mecanismos eficientes que

promuevan con éxito el reciclaje municipal. Para 2018, sólo un poco más de la mitad de los municipios chilenos habían implementado políticas de reciclaje, más aún, entre los municipios que llevan reciclando por más de 5 años, la recogida por separado es mucho menor en comparación con los países pertenecientes a la OCDE en los que haya información disponible. (Valenzuela-Levi, 2019).

Dentro del marco legislativo chileno vigente, se encuentra la Ley N°20920/2016 que establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (desde ahora Ley REP), que se encuentra vigente desde el año 2016; pero su implementación está frenada por la falta de reglamentos y decretos supremos que la sustentan, estos están en proceso de formulación para su posterior promulgación (Vivanco, 2019).

Según el último Reporte del Estado de Medio Ambiente emitido en el año 2019, la generación de residuos en Chile para el año 2017 ascendió a 23 millones de toneladas, casi 2 millones de toneladas más que en 2016, lo cual deja ver la acelerada y creciente tasa de generación de residuos que tiene directa relación con el aumento de la población y los patrones de consumo. De todos los residuos generados, el 97,3 % corresponde a residuos no peligrosos y el 2,7% restante presentan al menos alguna característica de peligrosidad. Dentro de los residuos no peligrosos, podemos clasificar según el origen de generación: residuos de origen industrial (60,4%), residuos sólidos municipales (35,3%) y lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (1,6%). Es importante recalcar que sólo el 1,9% de los residuos que reportan las municipalidades al SINADER es valorizado, por lo que el desafío

es generar instancias donde la reducción, reutilización y reciclaje de residuos sean las acciones predominantes en la Gestión de estos. (REMA, 2019).

En Chile existen 4.885 localidades en condiciones de aislamiento, donde la gestión integral de residuos sólidos es un problema preocupante, dado a la difícil factibilidad técnica y económica de las distintas alternativas de manejo de residuos que pudieran establecerse en estos territorios. Particularmente la comuna de Quemchi posee 49 zonas aisladas, equivalente a un 34,68% de la población comunal y a un 48,51% de localidades a nivel comunal. (SUBDERE, 2012).

Las condiciones de aislamiento de la Comuna de Quemchi requieren un tratamiento particular, debido principalmente a los problemas asociados a la eliminación o gestión de RSM, que se exacerban en territorios insulares por la limitación del terreno (Zorpas,2015), además de la alta dependencia que tienen estos sectores del uso de combustibles fósiles (Mendoza-Vizcaino, 2016). De hecho, en sectores insulares se destaca una serie de problemas comunes de tratamiento y eliminación, presentando un menor número de instalaciones de tratamiento, en donde la utilización de vertederos o basurales se convierten en una solución poco sustentable, siendo prioridad mejorar la gestión de RSM en pro de generar estrategias sostenibles. (Díaz-Farina,2020).

2. MARCO TEÓRICO

Existen muchas definiciones para el concepto de Residuo Sólido, no obstante, el marco legislativo chileno asociado a los residuos sólidos señala que, residuo o desecho es *“una*

sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar”. (D.S. N°189/2008, D.S. N°148/2004 D.S. N°6/2009, DS N°4/2009).

Por otro lado, la OCDE define residuo como “Materiales que no son productos de primera calidad (Ej., productos producidos para el mercado) y para los que el generador no tiene más uso para su propio propósito de producción, transformación o consumo y que desecha, se propone desechar o se le exige desechar. Los residuos pueden generarse durante la extracción de materias primas durante la transformación de las materias primas en productos intermedios y finales, durante el consumo de productos finales y durante cualquier otra actividad humana. Los residuos no incluyen los residuos reciclados o reutilizados directamente en el lugar de generación ni los residuos que se vierten directamente en el agua o el aire”. (OECD, 2001). Estas definiciones se complementan al poder analizar qué tipos de residuos existen.



2.1 Tipos de Residuos

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA, s.f.) los residuos se pueden clasificar de distintas maneras ya sea según sus características, o según su origen.

“Características:

- **Residuo Peligroso:** *residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto.*

- **Residuo no Peligroso:** residuo que no presenta riesgo para la salud pública ni efectos adversos al medio ambiente.
- **Residuo Inerte:** es un residuo no peligroso que no experimenta variaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble, ni combustible, ni reacciona física o químicamente, ni de ninguna otra manera. No es biodegradable y tampoco afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto.

Origen:

- **Residuos Sólidos Municipales:** incluye residuos sólidos domiciliarios y residuos similares a los anteriores generados en el sector servicios y pequeñas industrias. También se consideran residuos municipales a los derivados del aseo de vías públicas, áreas verdes y playas.
- **Residuo Industrial:** residuo resultante de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza y mantenimiento, generados por la actividad industrial. Corresponden a residuos sólidos, líquidos o combinaciones de estos, que, por sus características físicas, químicas o microbiológicas, no pueden asimilarse a los residuos domésticos".(SINIA, s. f.).

Por otro lado, debido a que las definiciones de residuos contemplan la eliminación de desechos y no su valorización, es que se consideraran ambas definiciones que, según la Ley "REP", en su artículo 3° define

- **Eliminación:** "Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas." (Ley N°20.920, 2016).

- **Valorización:** *“Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y, o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética.”* (Ley N°20.920, 2016).

Para los efectos de esta investigación, se considera fundamental entender la valorización de residuos, siendo necesario estudiar esta en todas sus etapas mediante el análisis de la gestión de residuos.

2.2 Gestión de Residuos

Según el Código Sanitario del Ministerio de Salud Pública en su Decreto con Fuerza de Ley N°725 en su Párrafo III de las atribuciones y obligaciones sanitarias de las Municipalidades, en el Art. 11 inciso b), indica que corresponde a las Municipalidades *“Recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, a juicio del Servicio Nacional de Salud, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen y produzcan en la vía urbana”*. (D.F.L. N°725, 1968).

Por otro lado, la Ley N°20920 (Ley Responsabilidad Extendida al Productor, desde ahora ley REP), establece en su Título II De la Gestión de los Residuos, Artículo 4° De la prevención y valorización que *“Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a tal fin, evitando su eliminación.”* (Ley N°20.920, 2016). Esta ley promueve el reciclaje y la valorización de residuos; pero según el Quinto reporte del estado del medio ambiente (REMA) presentado por el MMA en 2019, las municipalidades del país reportaron a través

del Sistema Nacional de Declaración de Residuos No Peligros (SINADER), que el 98,1% de los residuos son eliminados y sólo el 1,9% es valorizado, esperando que la aplicación de la Ley REP genere un aumento en la valorización de los residuos. (REMA, 2019).

Valenzuela y Levi, concluyen que, a principios del año 2018, un 54,8% (189 de 345 municipios totales de Chile) de los municipios habían implementado algún tipo de Servicio de Reciclaje Municipal (SRM); pero sólo 59 municipios habrían estado reciclando durante los últimos 5 años. Aunque incluso aquellos municipios que tienen mayores tasas de reciclaje están por debajo de los promedios que presentan los países pertenecientes a la OECD. (Valenzuela-Levi, 2019).

Por esto es necesario analizar cuáles son las mejores opciones para conseguir una adecuada gestión de residuos sólidos, enfocada en la valorización de estos, siendo en primera instancia, necesario poder realizar una adecuada caracterización de los residuos sólidos generados.

Existen varios métodos para los estudios de caracterización y composición de los RSU. Dahlén y Lagerkvist (2008) presentaron una revisión de 20 métodos para el análisis de componentes de desechos sólidos basados en muestreos físicos o análisis del ciclo de vida del producto. Estos métodos difieren en el proceso de clasificación, el método de submuestreo y la base para el tamaño y la ubicación de la muestra (Dahlén,2008). Sin embargo, en Chile existe una Norma Chilena que entrega las directrices para realizar caracterización de residuos sólidos municipales. (NCh 3321, 2013).

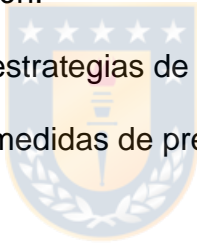
Además, es importante destacar que Deus indica que es necesario realizar una jerarquización de la gestión de residuos sólidos, para evitar la generación de residuos y el envío de estos a vertederos, ajustándose al principio de Reducir, Reutilizar y Reciclar. (Deus, 2019).

Por otro lado, Tomic y Schneider, concluyen que la cantidad y composición de los desechos se ven influenciadas por las decisiones normativas y estrategias de desarrollo. Incluyendo que la introducción de nuevas tecnologías y soluciones a la gestión de residuos sólidos municipales, destinadas a reducir la producción de residuos, también reducen la cantidad de residuos a gestionar (Tomic, 2020). Estos cambios no deben provocar un aumento excesivo de los costos para los ciudadanos, para evitar que estos no participen de los potenciales programas o propuestas que se desarrollarán.

En una dimensión social, Bertolucci indica que los municipios tienen el potencial de aplicar planes de solución en la gestión de residuos incluyendo la participación de la comunidad (Bertolucci, 2019). Además, según Tomic, la participación de la ciudadanía es fundamental para llevar a cabo un buen manejo de residuos sólidos, enfocado en la valorización de estos (Tomic, 2020). Para esto es necesario implementar diversos programas de capacitación y/o educación según corresponda, enfocado en la separación en origen, recogida selectiva y/o eliminación ilegal de residuos (Tomic, 2020), algo que también contempla la Ley 20.920, 2013. (Ley REP).

Por otro lado, la Ley 20.920 en su Título IV de Mecanismos de apoyo a la responsabilidad extendida del productor, establece en su Artículo 30, sobre Municipalidades, estas:

- a) Podrán, de manera individual o asociada, celebrar convenios con sistemas de gestión.
- b) Podrán celebrar convenios con recolectores de base.
- c) Se pronunciarán fundadamente sobre las solicitudes de los sistemas de gestión respecto a permisos para el establecimiento y, u operación de instalaciones de recepción y almacenamiento en los bienes nacionales de uso público bajo su administración.
- d) Deberán incorporar en sus ordenanzas municipales la obligación de separar los residuos en origen y fomentar el reciclaje, cuando así lo determine el decreto supremo que establezca metas y otras obligaciones asociadas.
- e) Promoverán la educación ambiental de la población sobre la prevención en la generación de residuos y su valorización.
- f) Podrán diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización.
- g) Podrán diseñar e implementar medidas de prevención en la generación de residuos.



La Gestión de Residuos Sólidos Municipales, requiere de una excelente infraestructura urbana, debido a que, alcanzar un sistema de tratamiento sostenible es complejo por los distintos desafíos que existen tanto para la recolección, transporte y eliminación final de residuos (Bertolucci, 2019). Luis Bertolucci propone que la incorporación de tecnologías de tratamiento de residuos ayuda a disminuir los efectos negativos tanto para dimensiones económicas, sociales y medioambientales. (Bertolucci, 2019).

2.3 Herramientas para la Gestión de Residuos

Para la evaluación ambiental de los sistemas de Gestión de Residuos Sólidos, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) ha sido ampliamente utilizado a nivel mundial (Iqbal,2020), es una

herramienta utilizada para identificar impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la adquisición de materias primas hasta la producción, el uso y el tratamiento al final de su vida útil. Esta herramienta permite identificar las prácticas más sustentables para la gestión de residuos sólidos municipales (Lebon,2019).

Diversos estudios nos indican que, para lograr una mayor sustentabilidad ambiental, es necesario integrar diversas tecnologías para la gestión de residuos sólidos; particularmente en países de bajos ingresos, donde se deberían orientar y promover las actividades de reducción y reciclado de desechos, buscando minimizar el ingreso de estos a vertederos (Igbal,2020).

Dentro de todos los procesos de reciclaje, es relevante entender el reciclaje de algunos elementos claves en la gestión de residuos sólidos domiciliarios, según el Ministerio del Medio Ambiente, los principales materiales que podemos reciclar son Residuos Orgánicos, Plásticos, Vidrios, Papel, Latas y Cartones (MMA, s.f.):

El reciclaje de residuos sólidos debe seguir un procedimiento, que, según el Ministerio del Medio Ambiente, se reduce a 3 pasos fundamentales: Limpiar, Reducir y Separar. Para esto se analizará el reciclaje de cada material propuesto:

- Residuos Orgánicos

El compostaje es una de las tecnologías ampliamente usada para la valorización de los residuos orgánicos provenientes en los residuos domiciliarios y asimilables. No obstante, los principales elementos compostables son las cáscaras y restos de frutas, restos de verduras

y hojas marchitas de vegetales, frutas y verduras muy maduras, cáscaras de huevos, pasto, restos de podas, hojas verdes y secas, tierra de jardín, restos de té, café y mate y bolsas de té. Para un correcto reciclaje de estos residuos, es necesario realizar una separación en un contenedor específico. Para luego realizar compostaje (MMA, s.f.). Este está definido según la Norma Chilena 2880 sobre Compost-Clasificación y requisito como:

Compost: producto que resulta del proceso de compostaje. Está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras. (NCh N°2880).

Compostaje: proceso de tipo físico, químico y microbiológico de transformación de la materia orgánica, producido en condiciones aeróbicas, cuyo resultado es generar compost, dióxido de carbono, agua, calor y la higienización del material final. (NCh N°2880).

- Residuos Plásticos, vidrios, papel, latas y cartón

Existen distintos tipos de tecnologías para la valorización de residuos sólidos, existiendo proyectos tipo según las acciones que se realicen con estos. Los proyectos que se consideraran son:

- o **Punto Verde:** Es una instalación de tamaño reducido, que cuenta con contenedores en lugares con acceso público (plazas, supermercados, iglesias, condominios), para la entrega de residuos separados por parte de la

ciudadanía, esquema conocido como sistema de entrega. No se realiza pretratamiento. (MDS, 2013).

- **Punto Limpio:** Es una instalación de mayor tamaño, que cuenta con un espacio físico para contenedores, donde se reciben y acumulan selectivamente residuos entregados por los ciudadanos, para su posterior valorización. En este tipo de lugares se puede realizar pretratamiento, además de contar con espacio para educación ambiental. (MDS, 2013).
- **Centro de Acopio:** Es una instalación intermedia, de tamaño medio, de almacenamiento temporal de los residuos donde se reciben y acumulan residuos en forma selectiva, provenientes directamente de los hogares o de puntos verdes y punto limpios, con o sin pretratamiento, para su posterior valorización. (MDS, 2013).



Para la utilización de estas tecnologías, es recomendable un proceso previo de limpieza y reducción del tamaño.

2.4 Gestión de Residuos en Zonas Aisladas

La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) en su Estudio de Identificación de Zonas Aisladas define Localidad Aislada como: *“Corresponde a un punto en el espacio, habitado por menos de 3.000 habitantes, que cuenta con bajos niveles de integración (acceso a bienes y servicios del estado y de privados), con dificultades de acceso, y que, por consecuencia de lo anterior, se encuentra en una situación de desventaja y desigualdad social respecto del desarrollo del país. Una localidad aislada se encuentra definida en este estudio por la relación existente entre los componentes de Aislamiento*

Estructural (variables morfológicas, clima y División Político Administrativa) y Grado de Integración (corresponde a la capacidad que tiene el sistema regional para atenuar estas condiciones desventajosas y lograr niveles de integración que permitan que los territorios sobrepasen, aminoren o mitiguen las condiciones de aislamiento, y puedan acceder a las dinámicas y servicios sociales, económicos, políticos, y cívicos, entre otros de los que gozan la mayoría de los habitantes del país).” (SUBDERE, 2012).

La gestión de residuos sólidos municipales en sectores aislados debe tener un tratamiento particular, debido a las distintas limitaciones y problemas que se generan por el aislamiento. Considerando el estudio de caso en Isla Reunión, realizado por Lebon. Este plantea 3 escenarios distintos para la gestión de RSM en un contexto insular, realizando un análisis de ciclo de vida a cada uno de ellos y comparando los resultados de emisiones tanto para Acidificación, Calentamiento Global, Eutroficación y Potencial de Reacción Fotoquímica de Ozono (POCP). Estos escenarios son:

Escenario 1 (S1): Posterior a la generación y recolección de residuos, estos son llevados a vertedero, en donde se obtiene energía a partir de la descomposición de estos y la generación de gases, formando además líquido lixiviado que es tratado para eliminarse como lodos (Lebon,2019).

Escenario 2 (S2): Posterior a la generación y recolección de residuos, estos son incinerados para obtener energía por medio del aprovechamiento de su potencial calorífico, generando cenizas que son destinadas a vertedero para su descarte. (Lebon,2019).

Escenario 3 (S3): Escenario de tratamiento múltiple, según la figura 1:

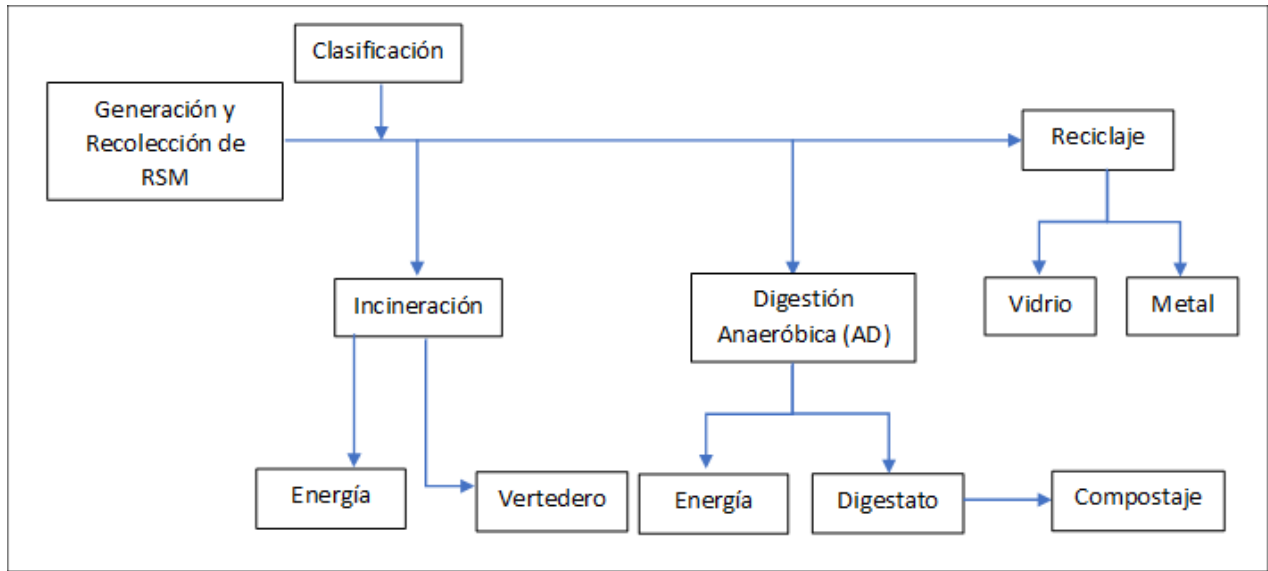


Figura 1: Escenario 3 planteado para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.
 Fuente: Lebon, 2019. "Municipal Solid Wastes Characterisation and Waste Management Strategy Evaluation in Insular Context".

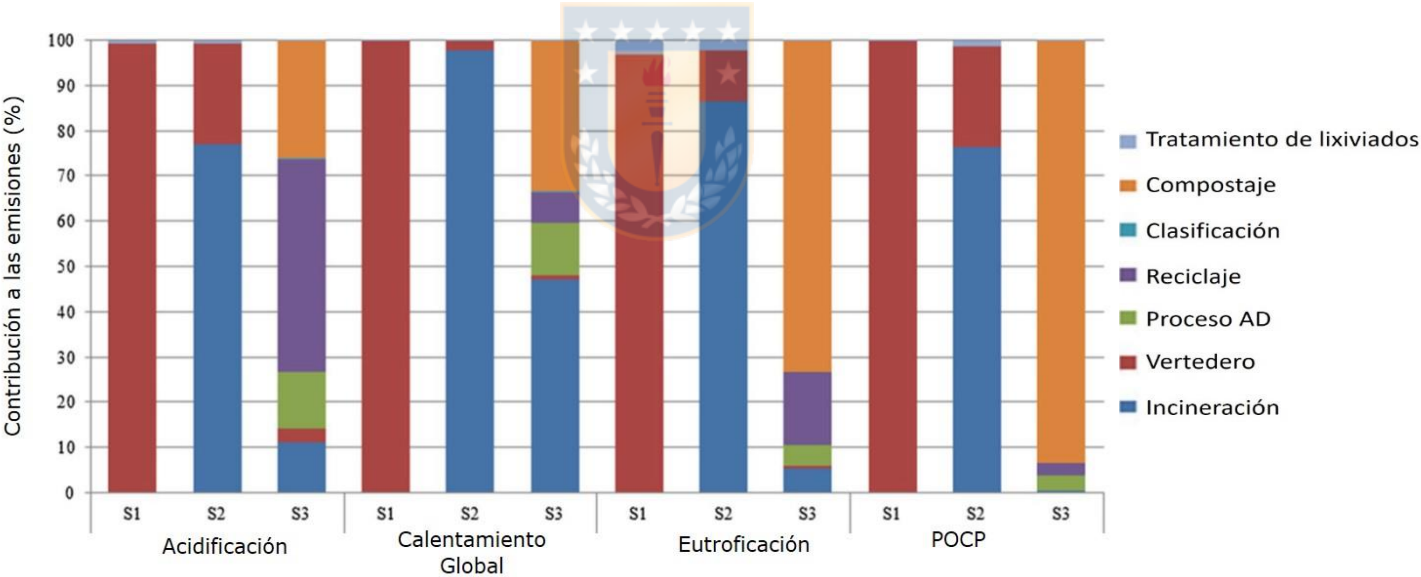


Figura 2: Contribución a las emisiones según tipo de tratamiento y escenario planteado.
 Fuente: Lebon, É. 2019. "Municipal Solid Wastes Characterisation and Waste Management Strategy Evaluation in Insular Context".

Los resultados del Análisis de Ciclo de Vida realizado sugieren que el proceso de tratamiento de residuos múltiple (S3) considerando, separación en el origen, compostaje, reciclaje, clasificación secundaria y vertedero fue la solución más adecuada sobre impactos ambientales y el suelo utilizado en un contexto insular. (Lebon,2019).

Por otro lado, Lebon determina que las zonas aisladas poseen una composición de RSM particular, observando una alta tasa de materias orgánicas biodegradables y plásticos (>40%), además de una alta cantidad de desechos reutilizables (>25%) (Lebon,2019). Esto demuestra un alto potencial en el desarrollo de la digestión anaeróbica e incineración, así mismo, el reciclaje y la reutilización pueden ser esenciales en un entorno insular. (Lebon,2019).

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es factible técnica y económicamente establecer medidas de manejo para la valorización de residuos sólidos domiciliarios en la Comuna de Quemchi?

4. OBJETIVOS



- **Objetivo General:** Evaluar la factibilidad técnica – económica de valorización de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi.

- **Objetivos Específicos:**
 - o Elaborar un diagnóstico de la situación actual del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la comuna de Quemchi.
 - o Analizar las problemáticas existentes actualmente para el manejo de residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Quemchi.

- Proponer medidas de manejo factibles técnica y económicamente para la valorización y tratamiento de residuos sólidos municipales para la comuna de Quemchi.

5. METODOLOGÍA

La evaluación técnica para la valorización de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi necesita, en primera instancia, obtener información de base, que permita desarrollar un diagnóstico ambiental, social y territorial de la situación actual, con énfasis en la gestión de residuos sólidos.

Este diagnóstico permitió conocer las distintas problemáticas asociadas a la gestión de residuos y jerarquizarlas. Con esto fue posible generar alternativas para la valorización de residuos sólidos municipales (RSM). Este estudio fue realizado según la metodología que se esquematiza a continuación:

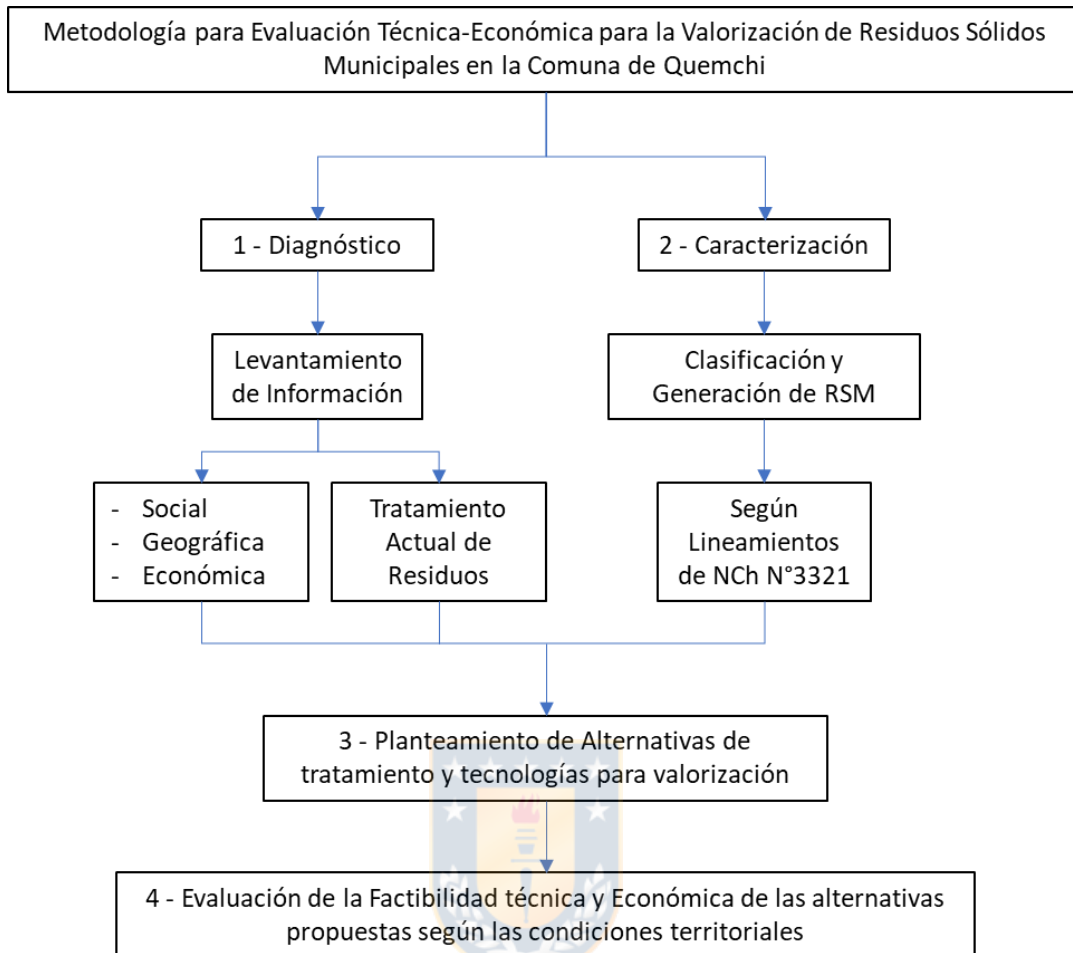


Figura 3: Esquema de metodología para evaluación de factibilidad de valorización de residuos sólidos municipales para la comuna de Quemchi.
Fuente: Elaboración Propia.

5.1 Diagnóstico

El levantamiento de información entregó datos de la zona de estudio que se utilizaron de manera transversal para la elaboración de toda la investigación. Fue necesario contar con información cualitativa y cuantitativa, primaria y secundaria, con respecto a la situación socioeconómica de la población, además de las condiciones geográficas y distribución territorial de las localidades y zonas aisladas que existen en la comuna de Quemchi, para así

poder analizar la gestión residuos sólidos municipales en toda el área de estudio y poder aplicar medidas de manejo acorde al territorio estudiado específicamente.

5.1.1 Información socioeconómica, geográfica y de distribución territorial:

Para obtener esta información se acudió a los datos disponibles en línea, considerando:

- Instituto Nacional de Estadística, mediante el último CENSO validado en 2017
- Gobierno Regional de Los Lagos
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo de Los Lagos (SUBDERE)
- Ilustre Municipalidad de Quemchi

La información que se recolectó de cada plataforma se detalla explícitamente en el Anexo 2.

5.1.2 Actual Gestión de Residuos Sólidos Municipales:

Entender que acciones se están realizando actualmente para el tratamiento de residuos sólidos municipales permitirá conocer la base desde donde se realizará esta investigación, por lo que toma importancia entenderlo a cabalidad. Para obtener la información será necesario coordinar con la Municipalidad de Quemchi, diversas reuniones y visitas a las instalaciones. Para esto se realizarán las siguientes acciones:

- Reunión de Coordinación con oficina de Medio Ambiente de la Comuna de Quemchi.
- Visita en terreno del vertedero municipal de la comuna de Quemchi.
- Visita a instalaciones de acopio y distribución de material reciclable.

5.2 Caracterización de Residuos Sólidos Municipales

La caracterización de residuos sólidos municipales tiene como finalidad determinar la composición, generación per cápita y características generales de los residuos sólidos de la comuna. La caracterización de residuos sólidos corresponde a la determinación de las principales cualidades y características de los residuos, básicamente consiste en una determinación, en base a porcentajes de los principales elementos que los constituyen para establecer las cantidades y variaciones de estas a través del tiempo. Esta caracterización tiene su importancia en cada una de las fases que componen la gestión integral de los residuos sólidos (Generación, limpieza vial, recolección, transporte, tratamientos intermedios, valorización y disposición final). La cantidad y composición de los residuos sólidos varía en cada una de las fases mencionadas, por lo tanto, es necesario seleccionar la fase más apropiada para que las muestras sean representativas y confiables. En este caso se propone realizar el muestreo en origen.



5.2.1 Procedimiento para Caracterización

El procedimiento para determinar la composición de los residuos sólidos domiciliarios fue el siguiente:

- Recopilación de información básica: sobre la comuna de Quemchi.
- Determinación del tamaño de la muestra: según la metodología apropiada para el cálculo de muestras, para este caso, se seguirán los lineamientos planteados por la NCh N°3321, 2013 la cual establece el marco metodológico para la caracterización de residuos sólidos municipales, procedimiento de toma de muestras y análisis de datos.
- Recolección de muestras: directamente de los contenedores viarios o lugar de disposición rural.

- Pesaje inicial de las muestras: es fundamental pesar el total de la muestra antes de su segregación, para verificar si su peso es representativo.
- Separación por componentes: los residuos domiciliarios son segregados de acuerdo con las diferentes clasificaciones o categorías preestablecidas.
- Pesaje individual: pesar los residuos ya segregados.
- Informe de resultados: se analizan los resultados obtenidos.

El detalle de la metodología de Caracterización se presenta en Anexo 4, bajo los lineamientos que entrega la NCh N°3321, 2013.

La recolección de muestras fue de tipo puerta a puerta con previo aviso a la comunidad para una correcta toma de muestras.



Los residuos que conformaron la muestra fueron dispuestos en bolsas debidamente etiquetados con los siguientes antecedentes “Día / hora / zona”.

Mediante la coordinación con la Oficina de Medio Ambiente de la Municipalidad de Quemchi, se puso a disposición del estudio, personal capacitado para realizar la toma de muestras, para lo que se realizan charlas de capacitación para el personal destinado a la toma de muestras y caracterización. La estimación de la cantidad de personas se realizó según la disposición de la municipalidad.

5.2.2 Determinación de Categorías a Caracterizar

Según la Norma Chilena NCh 3321 “Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (RSM)” se establecieron 48 categorías y subcategorías, las que se presentan en Anexo 5. Para efectos de esta investigación, se considerarán, en la caracterización de residuos sólidos municipales, la clasificación general. Por otro lado, debido a que esta investigación se realizó durante un periodo extraordinario, en donde se ha declarado estado de Excepción Constitucional producto de la pandemia por Covid-19, se ha decidido agregar una categoría especial destinada a los residuos generados exclusivamente por encontrarse en esta situación, considerando mascarillas, guantes y sus respectivos envases.

5.2.3 Estudio y análisis de las muestras

Una vez que se obtuvo la muestra, ésta fue pesada y etiquetada según el Anexo 4. Luego se dispuso en el centro de acopio para su separación según las características generales de la Tabla N°15 en Anexo 7.



Posterior a la separación, los residuos fueron pesados de manera individual según sus características, para luego presentar los resultados.

Estos resultados incorporaron:

- Cantidad total de residuos generados semanalmente en la comuna.
- Cantidad total de residuos según características generales de Tabla N°14.
- Cantidad per cápita de residuos generados semanalmente en la comuna.
- Capacidad de vertedero para disposición final.
- Capacidad de centro de acopio para valorización y/o transición a valorización.

5.2.4 Determinación de Material Valorizable

Posterior a la caracterización, una vez teniendo la información de qué y cuántos residuos se generan, se determinó el potencial de valorización existente en la comuna. Para esto, se tuvo que determinar la cantidad de residuos que son valorizables, considerando: Papeles, cartones, metales (latas de aluminio, hojalata), plásticos del tipo PET, vidrio, residuos orgánicos (cáscaras y restos de frutas, restos de verduras y hojas marchitas de vegetales, frutas y verduras muy maduras, cáscaras de huevos, pasto, restos de podas, hojas verdes y secas, tierra de jardín, restos de té, café y mate y bolsas de té).

5.2.4.1 Tasa de Generación de Residuos Valorizables (NCh N°3321, 2013)

Para obtener la cantidad de residuos potencialmente valorizables, posterior a la caracterización, separación y pesaje de residuos, se calculó la tasa de residuos valorizables, esto se realizó para cada tipo de residuo generado. Como resultado se obtuvo una generación anual, considerando un año como 52 semanas, proyectando una variación despreciable de la generación de residuos al año. Esta se obtuvo según la ecuación:

$$TRV_{\text{tipo de residuo}} = PRV_{\text{tipo de residuo}}/PRT \quad (1)$$

Donde:

$TRV_{\text{tipo de residuo}}$: Tasa de generación de residuo valorizable, según tipo de residuo.

$PRV_{\text{tipo de residuo}}$: Peso de residuos valorizables anualmente en toneladas, según tipo de residuo.

PRT : Peso total de residuos generados anualmente en toneladas.

Luego de tener la tasa de valorización para cada residuo, se obtendrá la tasa de valorización potencial según la fórmula:

$$TV = \sum TRVi \quad (2)$$

Donde:

TV: Tasa de residuos valorizables, con valor entre 0 y 1.

TRVi: Tasa de tipo de residuo valorizable

Al obtener la tasa de residuos potencialmente valorizables, se podrá determinar la cantidad de residuos valorizables, según su peso, en toneladas.


$$CRV = TV \times PTR \quad (3)$$

Donde:

CRV: Toneladas de residuos valorizables generadas en un año.

TV: Tasa de residuos valorizables

PTR: Toneladas totales de residuos generados en un año.

5.3 Planteamiento de alternativas para tratamiento de RSM focalizado en valorización, según características territoriales

Una vez que se obtiene la información sobre la infraestructura disponible en la comuna, además del potencial de valorización de residuos sólidos y cantidad total de residuos que se espera generar anualmente, es posible plantear alternativas para el tratamiento y valorización de residuos sólidos municipales, enfocadas en la valorización de estos. Para

esto se consideraron los estudios realizados por Lebon (2019), en donde se propone un tratamiento múltiple, que, según el análisis de ciclo de vida realizado, es la opción más sustentable. Además de generar un plan de educación ambiental, enfocado en la minimización de la generación de residuos, atacando la problemática desde su origen.

5.3.1 Plan de Tratamiento

En primer lugar, se estudiaron las tecnologías de tratamiento de residuos existentes, realizando una comparación entre los tratamientos, analizando ventajas y desventajas de estos según el contexto de la comuna. Por otro lado, se realizó una revisión de los planes, programas y estrategias sobre gestión de residuos sólidos a nivel comunal y regional, que podrían indicar lineamientos sobre la selección de los tratamientos a incorporar. Además, se realizó las gestiones necesarias con la municipalidad para la formalización de un centro de acopio (Ver Anexo 6) y pretratamiento para residuos.

Para la valorización en sí, fue necesario contar con información sobre las empresas gestoras existentes en la zona y sus alrededores, para generar nexos con la municipalidad y una posterior licitación que permita la valorización de los residuos. Una vez que se obtienen tratos y nexos con las empresas gestoras, se podrán determinar efectivamente, los productos finales que se esperan obtener en el centro de acopio, esto, mediante un análisis de las alternativas que ofrezcan estas empresas, según los materiales que reciban y rechacen, es decir, estudiando quienes serán los consumidores finales de los productos que el centro de acopio ofrezca.

5.3.2 Plan de Capacitación y educación ambiental

Según lo estudiado en esta investigación, será necesario enfocarse en la generación de residuos para poder reducirla, para esto se deberá realizar ciclos de charlas de capacitación y educación por medio de la Municipalidad, buscando familiarizar a la población con la gestión sustentable de residuos. Para realizar estas charlas, se deberá determinar mediante la información obtenida desde PLADECO, sobre las organizaciones, juntas de vecinos y agrupaciones existentes en la comuna, un plan de charlas, buscando abarcar a la mayoría de la población, considerando la reducción en la generación de residuos, separación en origen, compostaje de orgánicos y reciclaje.

5.4 Factibilidad Técnica – Económica de las Alternativas Propuestas

Una vez planteadas las alternativas para la gestión de residuos sólidos, fue necesario analizar la factibilidad técnica de estas, según la disponibilidad social, económica y geográfica de la comuna de Quemchi. Para esto fue necesario, en primera instancia, analizar la disposición de la población para la valorización mediante la aplicación de instrumentos que permitan captar la voluntad de la población. Por otro lado, se debió realizar un análisis de la geografía y distribución territorial de la comuna, que permita analizar las distintas alternativas para sectores de difícil acceso, por último, se deberá realizar un estudio económico, poniendo énfasis en el presupuesto municipal, además de la posibilidad de postulación a fondos concursables que permitan aplicar medidas de valorización de residuos.

5.4.1 Aplicación de Instrumento de Análisis Poblacional

Es importante conocer la opinión de la gente sobre la valorización de residuos sólidos, para lo que se aplicó un instrumento de percepción del tipo encuesta extraído de la evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida al productor en Chile, del Ministerio de Medio Ambiente en torno a la aplicación de

la ley REP, particularmente considerando hábitos de consumo y reciclaje, esta encuesta se presenta en el anexo N°9.

5.4.2 Análisis de geografía y distribución territorial.

Debido a que la comuna de Quemchi posee zonas aisladas, se debió hacer un análisis de la geografía y distribución de las localidades pobladas dentro de la comuna, permitiendo abordar a la población en su totalidad. Para la realización de esta investigación se incorporó un análisis de alternativas que optimicen los trasladados de los camiones y barcas por concepto de transporte y recorrido para la extracción de residuos en todas las localidades. Eso permitirá determinar la factibilidad de recolección y/o valorización de residuos en las localidades de la comuna en su totalidad.

5.4.3 Evaluación Socioeconómica

Para realizar una adecuada evaluación económica, se utilizó la Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales que entrega el Ministerio Desarrollo Social (MIDESO, 2013) que se resume a continuación:



Figura 4: Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

Por otro lado, para analizar los costos y el financiamiento de las alternativas que se propusieron, se solicitó a la Municipalidad la información disponible sobre el presupuesto municipal y, mediante la SUBDERE, se obtuvo la información disponible sobre fondos concursables que puedan otorgar financiamiento extra o definitivo para aplicar un plan de manejo de residuos sólidos municipales enfocado en la valorización de residuos. Además, de manera transversal, se revisó toda la información secundaria que estaba disponible y haya sido de ayuda para cumplir con los objetivos de esta investigación.

El estudio de costos se realizó mediante la cotización de la infraestructura, materiales, herramientas, personal y costos operacionales como transporte, mantención y gastos comunes.

Se determinó el costo total de la aplicación de medidas de valorización, como el costo de tratamiento por tonelada de residuo, buscando determinar la factibilidad económica de la valorización según los recursos que pueda disponer la Municipalidad de Quemchi.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Diagnóstico

El diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos sólidos municipales de la comuna de Quemchi busca reunir toda la información disponible de la zona de estudio, además de identificar a todos los actores involucrados. También es relevante analizar los factores que permitan dimensionar la problemática y adecuar el plan de trabajo a la comuna

en sí. Esto permite caracterizar la situación actual e identificar los principales problemas a los que se les intentará dar solución por medio de un plan de gestión de residuos sólidos municipales específico para la comuna, enfocado en la valorización de los residuos.

6.1.1 Información geográfica, socioeconómica y de distribución territorial.

- Ubicación Geográfica: Quemchi es una comuna perteneciente a la Región de los Lagos (X), ubicada en la Provincia de Chiloé. Comprende una extensión territorial de aproximadamente 440 Km², correspondiente a un 4,8% de la superficie total de la Provincia de Chiloé.

Se emplaza entre las coordenadas:

- Latitud Sur 42°08'00"
- Longitud Oeste 73°31'00".



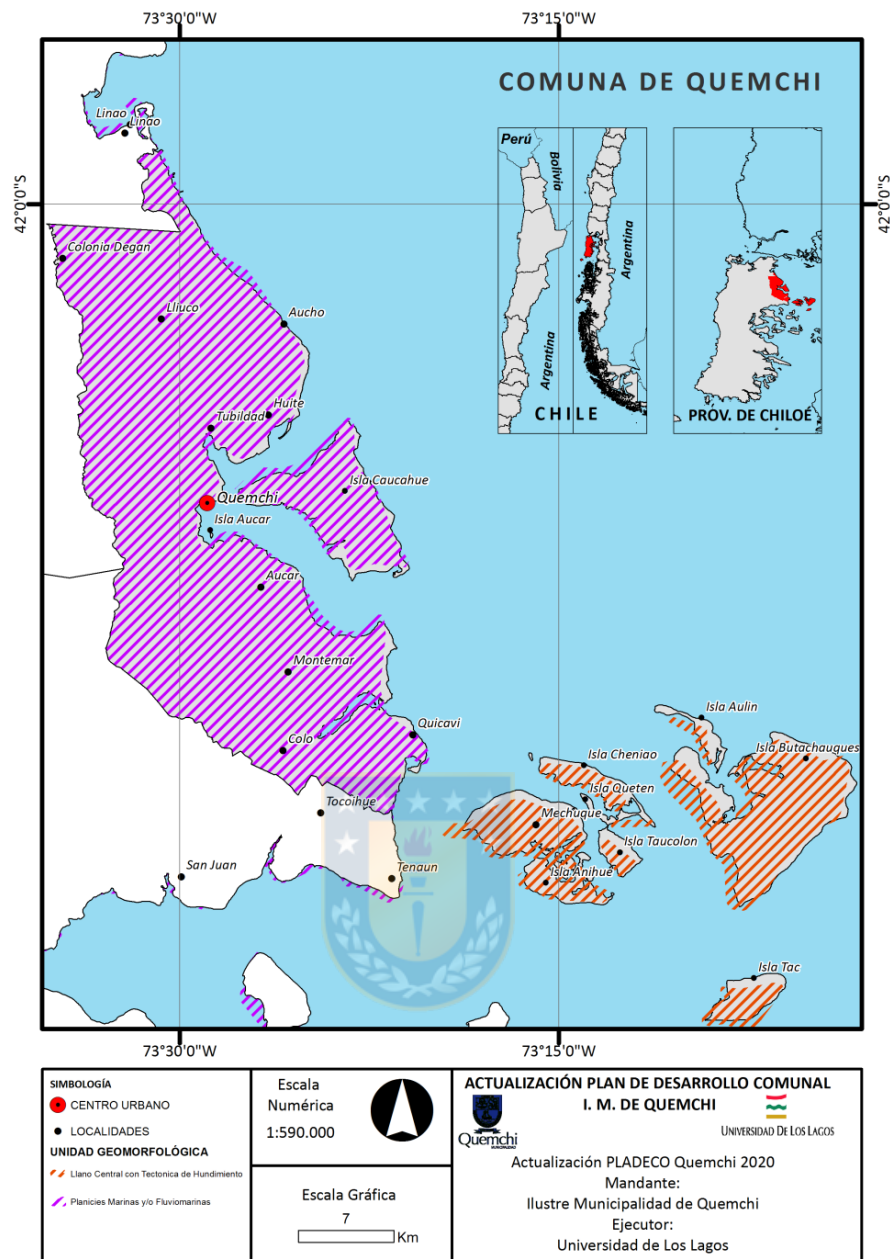


Figura 5: Ubicación Geográfica de la comuna de Quemchi.
Fuente: Plan de Desarrollo Comunal, 2020 – 2022.

- Composición Geográfica: La comuna de Quemchi incluye tanto su territorio en la isla grande como en las 9 islas que se encuentran en su jurisdicción: Mechuque, Cheniao, Taucolon, Añihue, Aulin, Butachauque, Quelen, Pelleulle, Tac.

- Estructura Poblacional: La población de la comuna de Quemchi está distribuida principalmente en la zona rural con 5.094 habitantes lo que corresponde al 61% de la población, mientras que en la zona urbana habitan 3.258 personas equivalente al 49% de la población.

Tabla N°1: Distribución de la Estructura Poblacional.

Comuna	Población Total año 2017	Urbana (%)	Rural (%)
Quemchi	8.352	49	61

Fuente: Censo 2017, INE.

- Dinámica Poblacional:
 - o Tasa de Natalidad (TN): Este indicador mide el número de nacidos vivos por 1.000 habitantes, en un determinado año. La TN para la comuna de Quemchi es de 8,50.
 - o Tasa de Mortalidad General: La TMG en el año 2015 fue de 6,90. Este indicador mide el número de defunciones por 1.000 habitantes.
 - o Tasa de Mortalidad Infantil: La TMI mide el número de defunciones de menores de un año por 1.000 nacidos vivos, en un determinado año. Y para el año 2015 hubo una Tasa de 26 defunciones.
- Actividades Socioeconómicas: Según el último Censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), que entrega datos del año 2016 para esta comuna, expone la cantidad de trabajadores según el rubro en el cual se desempeñan. Dentro de los Rubros Empresariales que concentran el mayor porcentaje de trabajadores se detallan en la Tabla N°2:

Tabla N°2: Trabajadores según Rubro Empresarial.

Rubro Empresa	Comuna año 2016
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	101
Pesca	214
Explotación de minas y canteras	3
Industrias manufactureras no metálicas	32
Industrias manufactureras metálicas	4
Suministro de electricidad, gas y agua	34
Construcción	35
Comercio al por mayor y menor, rep. vehículos/enseres domésticos	29
Hoteles y restaurantes	7
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	38
Intermediación financiera	0
Actividades Inmobiliarias, empresariales y de alquiler	4
Adm. Pública y defensa, Planes de seg. Social afiliación obligatoria	422
Enseñanza	70
Servicios sociales y de salud	
Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	2
Consejo de administración de edificios y condominios	0
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0
Sin información	0

Fuente: Censo 2017, INE.

- Educación: La comuna cuenta con 24 colegios municipales pertenecientes al Departamento de Administración de Educación Municipal y 2 centros de estudios particulares subvencionados. Según lo indicado en el Censo del año 2017 efectuado por el INE.
- Zonificación de la comuna: Debido a la distribución poblacional y las diversas zonas aisladas que posee la comuna, se realiza una zonificación en cuadrantes según los sectores poblados que se identifican en la comuna, esta se presenta a continuación:

Tabla N°3: Zonas y cuadrantes identificados en la comuna.

Zona	Cuadrantes
Norte	Tubildad
	Huite
	Aucho
	Lliuco
	Pido
Urbana	Urbano Centro
	Población Padre Hurtado
	Población Ilusión y Esperanza
	Puerto Fernández
	Villa Quemchi
Sur	Aucar
	Montemar
	San Antonio de Colo
	Chaurahue
	Quicaví
Islas o Insular	Cucahue
	Butachauques
	Mechuque
	Cheniao
	Auilin
	Quelen
	Tac
	Tauculón
Añihue	

Fuente: Elaboración Propia.

6.1.2 Manejo de Residuos Sólidos Municipales Actual

Mediante coordinación y trabajo en conjunto con la Ilustre Municipalidad de Quemchi, se levantó información con respecto a la actual gestión de residuos sólidos municipales en la comuna, identificando los recursos asignados al manejo de residuos, además de las rutas y frecuencias de recolección, estado actual de las instalaciones existentes en la comuna y así poder determinar las principales falencias del sistema que se empleaba hasta antes de comenzar esta investigación.


La gestión de residuos en la comuna de Quemchi está a cargo de la dirección de obras de la comuna, en un trabajo en conjunto que se realiza entre la Oficina de Medio Ambiente, quien tiene a cargo el funcionamiento del vertedero municipal, el plan de reciclaje de la comuna y el centro de acopio de material valorizable que está en proceso de implementación desde el año 2019 y el departamento de aseo y ornato, por medio del contratista, quien tiene a cargo el personal de recolección de residuos con todas las herramientas y utensilios necesarios para realizar la labor de aseo y ornato de áreas verdes.

La gestión de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi se traduce en un proceso que se lleva a cabo en distintas instancias de recolección, tanto para residuos descartables, como para residuos con potencial de valorización. Las etapas de manejo identificadas dentro de la gestión de residuos se detallan a continuación:

a.- Recolección de residuos sólidos municipales: La insularidad presente dentro de la comuna, hace que el sistema de recolección de residuos sólidos sea diferenciado entre los sectores ubicados en la isla grande de Chiloé y los sectores insulares que pertenecen a la jurisdicción de la comuna. Para sectores pertenecientes a la isla grande, esta se realiza de puerta a puerta, sin diferenciación ni separación en origen ni destino, con recorridos periódicos semanales con frecuencia de recolección diferenciada según el sector de la comuna, de acuerdo con la zonificación presentada en tabla N°3. Por otro lado, la recolección realizada en sectores insulares se realiza mediante la barcaza municipal, en un periodo más prolongado y dependiendo de las condiciones climáticas presentes.

a.1 Recorridos de recolección de residuos en sector Isla Grande: Se realizaron los recorridos en los camiones recolectores del municipio, georreferenciando las rutas con la utilización de la aplicación de libre acceso Avenza Maps 3.14 y determinando el kilometraje por ruta, la cantidad de domicilios atendidos e identificando las diversas problemáticas que se pueden tener durante los recorridos. Toda la información fue dispuesta en una bitácora de trabajo.

Los camiones utilizados para la recolección pertenecen a la municipalidad y son utilizados de lunes a viernes para realizar los distintos recorridos que se muestran en la imagen N°1. Estos camiones se describen a continuación:

- 
- Camión Compactador de 20 Toneladas, con capacidad de 18 m³ prensados, año 2008.
 - Camión Compactador de 18 Toneladas, con capacidad de 4 m³ prensados, año 2008.

Todos los recorridos comienzan en la plaza de la comuna, para finalizar en el vertedero municipal de Quemchi. A continuación, se presentan todos los recorridos realizados.

- Recorridos realizados en toda la comuna para la recolección de residuos sólidos municipales.



Figura 6: Recorrido de recolección de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi.
 Fuente: Elaboración propia mediante software Avenza Maps 3.14 y Google Earth Pro, 2021.

Considerando cada sector según el recorrido que realiza el camión recolector, obtenemos 5 recorridos distintos que abarcan la comuna en sus zonas ubicadas en la Isla Grande de Chiloé.

- Recorridos Zona Norte: Incluye los sectores de Tubildad, Huite, Aucho, Lliuco y Pido y se realiza en 2 turnos, realizado una vez por semana cada uno en donde se recorren los sectores costeros en una ruta y los sectores interiores en la otra.



Figura 6-a: Recorrido de recolección de residuos sólidos municipales en sector norte de la comuna por la costa.

Fuente: Elaboración propia mediante software Avenza Maps 3.14 y Google Earth Pro, 2021.



Figura 6-b: Recorrido de recolección de residuos sólidos municipales en sector norte de la comuna por el interior.

Fuente: Elaboración propia mediante software Avenza Maps 3.14 y Google Earth Pro, 2021.

- Recorrido Sector Urbano: Incluye los sectores de Centro Urbano de la comuna, Población Ilusión y Esperanza, Población Padre Hurtado, Villa Quemchi y Puerto Fernández.

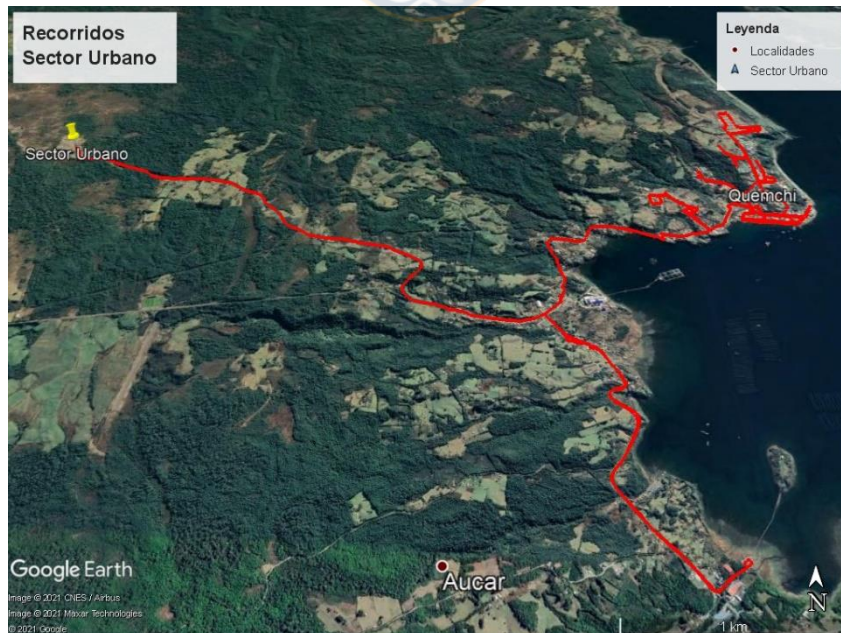


Figura 7: Recorrido de recolección de residuos sólidos municipales en sector urbano de la comuna.

Fuente: Elaboración propia mediante software Avenza Maps 3.14 y Google Earth Pro, 2021.

- Recorrido Sector Sur: Incluye los sectores de Aucar, Montemar, Chaurahue, San Antonio de Colo y Quicaví, este recorrido se realiza en dos turnos, en uno se realizan los sectores interiores pertenecientes a Montemar y el otro realiza recolección hasta el extremo sur de la comuna en el sector de Quicaví.



Figura 7-a: Recorrido de recolección de residuos sólidos municipales en sector Sur de la comuna, incluyendo las localidades de Montemar.

Fuente: Elaboración propia mediante software Avenza Maps 3.14 y Google Earth Pro, 2021.

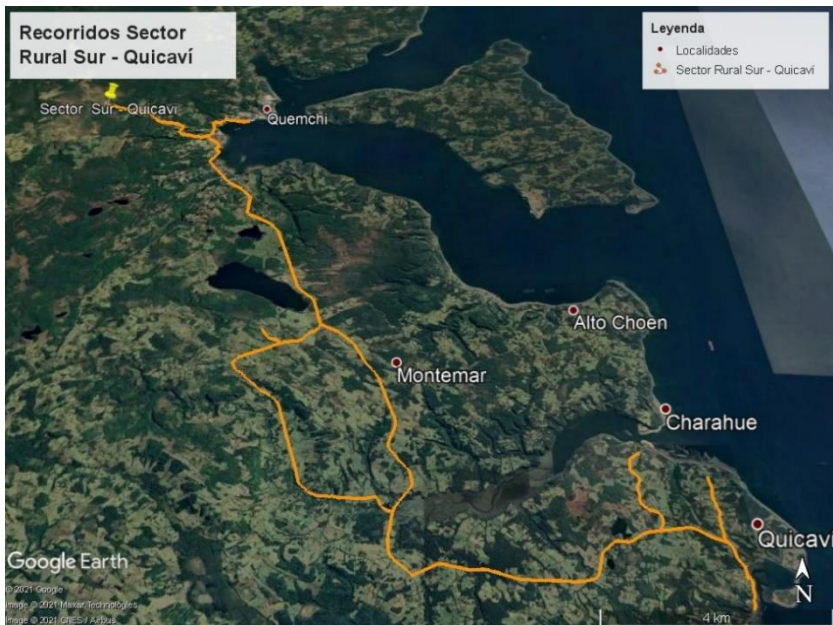


Figura 7-b: Recorrido de recolección de residuos sólidos municipales en sector Sur de la comuna, incluyendo las localidades de Montemar, Chaurahue y Quicaví.

Fuente: Elaboración propia mediante software Avenza Maps 3.14 y Google Earth Pro, 2021.

Estos recorridos se detallan en la tabla N°4.

Tabla N°4: Resultados de recorridos realizados para la recolección de residuos municipales descartables.

Recorrido	Camión	Día	Duración	Kilómetros
Norte-Costa	BRRK91	Jueves	5 hr, 50 min	63,02 km
Norte-Interior	XB5838	Martes	4 hr, 57 min	64,66 km
Urbano	BRRK91/XB5838	Lunes, miércoles y viernes	4 hr, 53 min	20,61 km
Sur-Montemar	BRRK91	Martes	4 hr, 54 min	80,26 km
Sur-Quicaví	XB5838	Miércoles	4 hr, 18 min	64,28 km

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos mediante el uso de software Avenza Maps 3.14.

Con la realización de los distintos recorridos de recolección pudimos determinar que los trayectos para la recolección de residuos en sectores rurales son de largas distancias, lo que encarece el proceso de retiro y hace que este sea sólo una vez a la semana en estos sectores, en comparación con los sectores urbanos, en donde se realiza un retiro tres veces a la semana producto de la generación mayor de residuos y las características de distribución territorial.

Otro factor clave a considerar es el estado de los camiones recolectores, que al no tener reemplazos para realizar los recorridos, estos no tienen una mantención adecuada presentando diversos problemas en su funcionamiento básico, como ventanas, puertas, calefacción y/o aire acondicionado, entre otras cosas, lo que no brinda las condiciones mínimas para los colaboradores. Por otro lado, en cuanto a las condiciones mecánicas, estos no se encuentran con las revisiones técnicas al día, acarreando diversos problemas de seguridad para sus trabajadores y continuidad de los recorridos de recolección.

Algo no menor, es el estado de los caminos que se recorren para el retiro de residuos municipales, en donde hay sectores de difícil acceso y los camiones son de tracción simple, por lo que no es posible realizar los recorridos completos en época invernal.

Un factor a considerar para mejorar estos aspectos es que el municipio de Quemchi se adjudicó un proyecto por parte del Gobierno Regional de Los Lagos, a través de la Secretaría de Planificación (SECPLAN) que le permitirá la compra de 3 nuevos camiones recolectores que se espera, permitirán cumplir con las condiciones necesarias para un retiro adecuado y sin riesgos externos asociados.

a.2 Recolección de residuos sólidos municipales en sectores insulares de la comuna:

Se consideran 9 sectores insulares en donde se realiza retiro de residuos, estos son las islas de Mechuque, Cheniao, Taucolon, Añihue, Auilin, Butachauque, Quelen, Pelleulle y Tac. Esta extracción se realiza mediante la utilización de la barcaza municipal y uno de los camiones recolectores que se traslada en la barcaza para poder compactar los residuos y transportarlos vía marítima de manera segura y adecuada. La recolección se realiza cada 15 días por sector y se retira directamente desde las ramplas para embarcaciones que tiene cada sector insular. Debido a las condiciones climáticas, estado del mar y la existencia de solo una barcaza de carácter municipal para toda la comuna, las extracciones de residuos varían constantemente durante el año, sobre todo en temporada invernal, generando diversas dificultades en las zonas de disposición presentes en las islas que no tienen instalaciones adecuadas para la acumulación de residuos de manera momentánea, quedando los residuos expuestos a la intemperie, con vientos y lluvias que los dispersan, además de la presencia de vectores sanitarios.

Considerando que la problemática asociada a los sectores insulares se centra en el retiro de los residuos, producto de una disposición transitoria inadecuada, es que se hace necesaria la instalación de estaciones de transferencia de residuos, ubicados en sectores estratégicos y de fácil acceso para el retiro con la barcaza municipal. Esto permitirá la contención momentánea de los residuos, evitando su dispersión y presencia de vectores sanitarios.

b.- Disposición Final: La disposición final de residuos sólidos municipales es una problemática que afecta a toda la provincia de Chiloé, debido a que no existe un lugar de disposición adecuado, o un tratamiento propiamente tal en toda la provincia, contando únicamente con vertederos de carácter municipal, en donde cada comuna tiene un recinto, el que en general, de acuerdo a lo observado durante esta investigación, solo se cumple con el mínimo establecido y son focos latentes de conflictos ambientales producto del mal manejo de residuos, siendo fundamental encontrar una solución definitiva a esta problemática en el archipiélago de Chiloé.

Particularmente, los residuos sólidos municipales de la comuna de Quemchi se disponen desde el año 1990 en el vertedero municipal. El vertedero se encuentra emplazado en un sitio de propiedad municipal, ubicado en la localidad de Puerto Fernández. En diciembre del año 2007, de acuerdo con el levantamiento topográfico del vertedero municipal, se encontraba utilizada una superficie aproximada de 3.581 m², exclusivamente para el depósito de residuos sólidos municipales. La operación del vertedero se ha desarrollado hasta la fecha por el método de zanja, convirtiéndose en un vertedero a cielo abierto incontrolado, sin desvío de las aguas lluvias, control de las emisiones de biogás o control de los flujos de lixiviados.

El plan de cierre se proyectó para los periodos 2008 - 2012, el depósito debería haber concluido sus faenas de operación y recepción de residuos, período en el cual se iniciarían las faenas de sellado final de la instalación; pero la falta de lugares de disposición final adecuados en la provincia obligó al municipio a seguir utilizando el vertedero sin las resoluciones sanitarias necesarias hasta la fecha.

Según las mediciones realizadas este año, el terreno ocupado por el vertedero municipal es de 2,54 ha. De las cuales, 17411m² del terreno está ocupado con Residuos Sólidos Municipales (RSM), por otro lado, el plan de cierre contemplaba un área de 7168m². Por lo tanto, desde el año 2012 a la fecha se ha utilizado un total de 10.243 m², con RSM.

Debido a que no existen lugares de disposición adecuados en la provincia, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) de Los Lagos, presentó un proyecto de adecuación del vertedero municipal de Quemchi, considerando la creación de una zanja de residuos con calidad de relleno sanitario. Esta adecuación contempla la impermeabilización del suelo, cobertura diaria de residuos expuestos, desvío de aguas lluvias, creación de cerco perimetral y manejo de biogas por medio de la instalación de chimeneas. Esta celda tiene capacidad para 12.000m³ de residuos y según las proyecciones del proyecto, permitirá disponer los residuos durante 3 años.

Actualmente el vertedero Municipal se encuentra distribuido en 4 partes, tal como se muestra en la Figura 8.

- A. Zona con RSM. Extensión de Plan de Cierre
- B. Zona con RSM fuera de Plan de Cierre

C. Zona con RSM. Plan de Cierre.

D. Proyecto de adecuación Vertedero Municipal Quemchi Área total: 4.392 m².

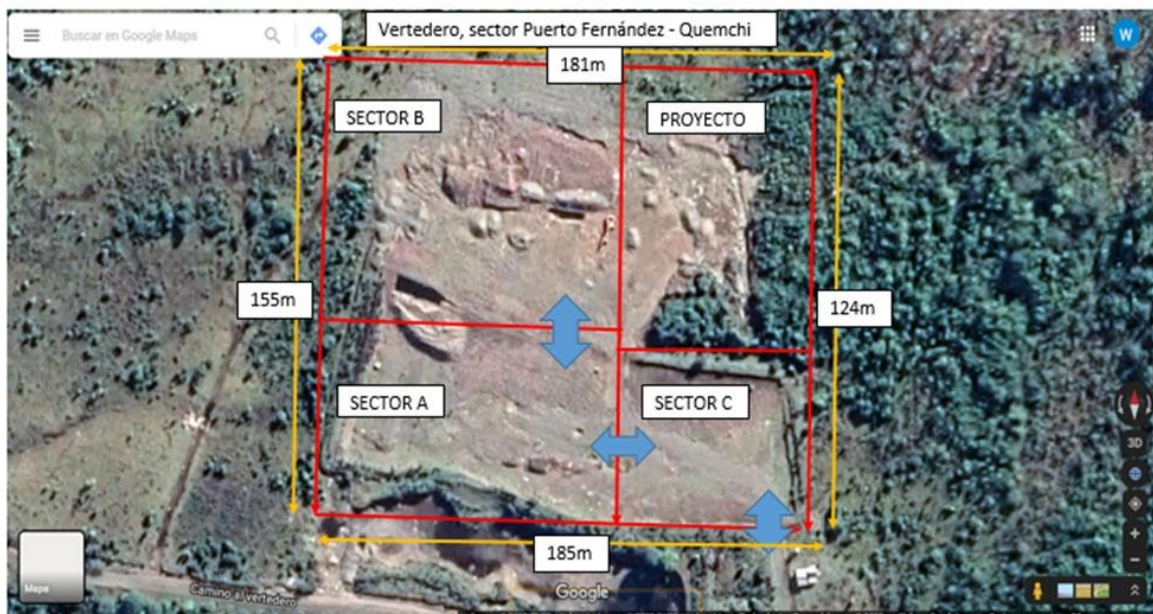


Figura 8: Dimensiones por sectores del vertedero municipal.

Fuente: Elaboración propia por medio de software Google Earth Pro.

Tabla N°5: Dimensiones de sectores en vertedero municipal.

SECTOR	LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA m ²
A	71	121	8591
B	84	120	10080
C	52	62	2340
Proyecto	72	61	4392

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9: Imagen: Proyecto de adecuación de vertedero municipal, enero 2021.
Fotografía: Jairo Zapata Vera.

c.- Generación de Residuos: Según ventanilla única, en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos al 2020 se declara una generación de residuos per-cápita de 0,89 kg recibiendo un total de 2728 ton de residuos al año. Es importante resaltar que el vertedero municipal no cuenta con una báscula que permita determinar el ingreso real de residuos al vertedero, por lo que los operadores de los camiones recolectores ingresan una cantidad aproximada de toneladas al día que generalmente se refiere a la carga nominal de cada camión, bajo una estimación que se realiza según la percepción del propio operador; pero sin ningún fundamento técnico o respaldo.

6.2 Caracterización de Residuos Sólidos Municipales:

La caracterización de RSM se realizó mediante un muestreo en el origen, determinando un tamaño de muestra adecuado al territorio, esta permitió determinar la composición, generación per-cápita y características generales de los residuos sólidos en la comuna,

siguiendo los lineamientos que entrega la NCh. N°3321,2013 sobre caracterización de residuos sólidos municipales.

Debido al alto nivel de ruralidad en la comuna, además de la presencia de diversas zonas aisladas con una baja densidad poblacional, fue necesario adecuar la muestra a la realidad territorial, por lo que se determinó zonificar la comuna, aprovechando su distribución territorial, trabajando en los 4 sectores que se presentan en la tabla N°3, Zona Norte, Urbana, Sur e Insular, esto permitió determinar zonas homogéneas o con características similares.

Particularmente, para las zonas aisladas, se determinó trabajar con la Isla Mechuque, por la representatividad de la muestra y la factibilidad de realizar un recorrido adecuado de recolección de residuos considerando que existe concentración de población en el sector de Villa Mechuque.



6.2.1 Determinación del tamaño de muestra:

Según la metodología entregada por la NCh 3321,2013 el número de muestras acorde a la cantidad de domicilios existentes en la comuna (3860), es necesario tomar 10 muestras de 30 domicilios cada una, algo poco factible de realizar, considerando que en los sectores rurales y/o aislados, la densidad poblacional es muy baja, por lo que se decidió mantener el número de muestras; pero cambiar el tamaño de esta a 12 domicilios cada una, según el presupuesto municipal y la participación de los vecinos.

A quienes aceptaron participar de la actividad se les entregó un instructivo explicando esta modalidad y dando las instrucciones; pero al momento de recolectar las muestras, se obtuvo una baja en la participación lo que redujo la muestra a 8 domicilios cada una, así el total de domicilios en donde se realizó la caracterización fue de 80, distribuidos según la cantidad de habitantes existentes en cada sector, por esto, la distribución de la muestra queda dada de la siguiente manera:

Tabla N°6: Número de muestras por sector.

Sector	Muestras	Casas
Norte	2	16
Urbano	3	24
Sur	3	24
Insular	2	16

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Condiciones específicas de muestreo:

Tabla N°7: Identificación de las condiciones específicas de la toma de muestras.

Fecha	Lugar de muestreo	Condiciones Climáticas
16 de febrero de 2021	Zona Norte	Despejado, temperaturas entre 10 °C y 20 °C
17 de febrero de 2021	Zona Urbana	Despejado, temperaturas entre 10 °C y 18 °C
18 de febrero de 2021	Zona Sur	Nublado, temperaturas entre 11 °C y 17 °C
19 de febrero de 2021	Zona Insular (Isla Mechuque)	Despejado, temperaturas entre 5 °C y 15 °C

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3 Resultados de la caracterización de residuos

La caracterización nos entrega basta información por cada muestra, determinando una generación per cápita de 0,39 kg de residuos por persona al día, dando una generación

proyectada a la comuna, considerando la población censada al 2017, de 3257,3 kg diarios, y cerca de 22,8 ton semanales. Estos resultados son totalmente discutibles, pues desde ventanilla única en SINADER se nos entrega un per cápita de 0,89 kg de residuos por persona; pero como se ha mencionado anteriormente, este dato es nominal debido a que no existe ningún mecanismo que permita determinar la masa de residuos que llegan a diario a vertedero de manera certera.

- Características generales de la composición de residuos:

Tabla N°8: Composición de RSM en su categoría general, muestra para una semana.

Categoría	Peso [kg]	Porcentaje
Papel, cartón y productos de papel	20,1	3,5
Textiles	2,55	0,4
Plásticos	56,11	9,7
Vidrio	127,3	22,1
Metales	12,8	2,2
Materia Orgánica	208,33	36,2
Residuos voluminosos	0	0,0
Residuos Covid-19	1,35	0,2
Otros	147,6	25,6
TOTAL	576,14	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°9: Composición de RSM en su categoría detallada, muestra para una semana.

Categoría Detallada	Peso [kg]	Porcentaje
Papel, cartón y productos de papel	20,1	3,49
Textiles	2,55	0,44
Plásticos PET 1	29,39	5,10
Otros Plásticos	26,72	4,64
Vidrio	127,3	22,10
Latas de Aluminio	8	1,39
Otros Metales	4,8	0,83
Materia Orgánica Compostable	100,8	17,50
Materia Orgánica No Compostable	107,53	18,66
Residuos voluminosos	0	0,00

Residuos Covid-19	1,35	0,23
Residuos Higiénicos (Baño)	75,4	13,09
Otros	72,2	12,53
TOTAL	576,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, es interesante analizar la cantidad de residuos que se generan por sector, para esto se presenta la Figura 10 que nos representa particularmente cual es la composición de los residuos generados tanto para las zonas rurales norte y sur, la zona urbana de la comuna y los sectores insulares.

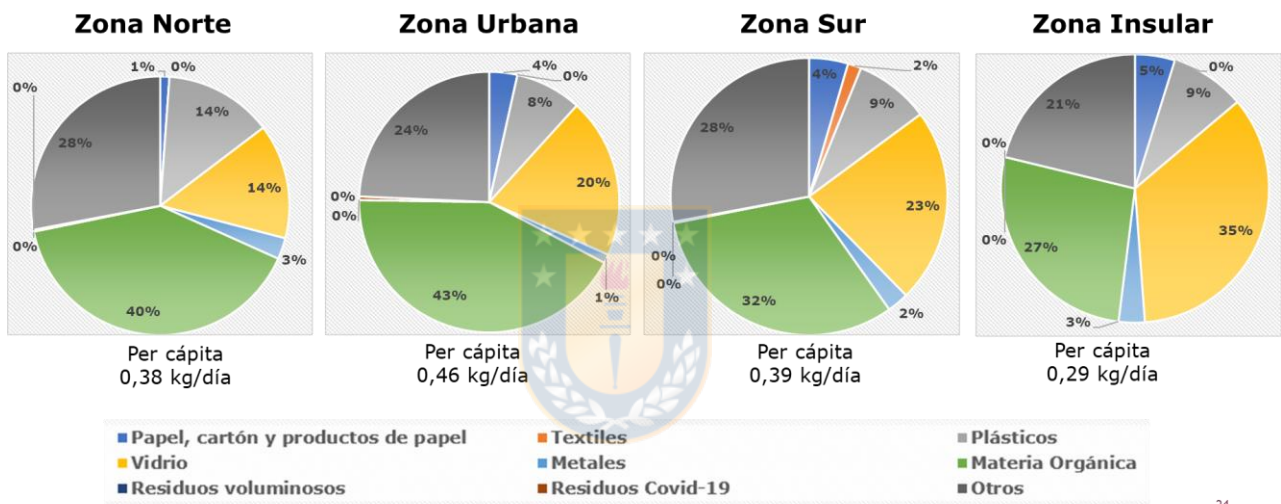


Figura 10: Gráfico de Caracterización de RSM para la Comuna de Quemchi, según zona investigada.

Fuente: Elaboración Propia, por medio de Software Excel, Office 365.

Aquí podemos observar que existe una diferencia clara en la generación de residuos, comenzando por notar un per cápita distinto tanto para sectores rurales (norte y sur) como para el sector urbano y el insular. Con un valor de 0,49 kg/día para el sector urbano, podemos decir que la generación es más alta que en los sectores rurales, particularmente para el sector insular, donde podemos ver que existe una generación per cápita de solo 0,29 kg/día, esto se debe principalmente a que disminuye la entrega de residuos al servicio de recolección por los hábitos de los habitantes de sectores rurales, en donde se entrega una

menor cantidad de residuos orgánicos debido a que estos son destinados a la alimentación de animales de granja como cerdos y corderos.

Por otro lado, los residuos de papel, cartón y sus derivados, además de cualquier residuo que tenga un poder calorífico importante como los plásticos, son quemados tanto en las propias casas de los habitantes, como en sus terrenos o sectores de playa, algo que se ve reflejado en el actuar de la gran mayoría de los habitantes de sectores insulares que no cuentan con un tratamiento o retiro de residuos constante, quedando así una gran diferencia en los residuos que se entregan en los sectores insulares como en los sectores rurales, en comparación con los de los sectores urbanos. Así también, podemos ver que existe un gran aumento en el consumo de envases de vidrio en toda la comuna; pero particularmente en los sectores más aislados.



En cuanto a la composición de residuos, podemos notar que hay una diferencia entre la zona insular y los sectores de la Isla Grande de Chiloé, en donde se ve que la generación de orgánicos disminuye a un 27%, comparable también con los resultados obtenidos a nivel nacional en donde según la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, Chile 2040 nos dice que un 58% de los residuos generados son orgánicos. Estos datos nos indican que en los sectores insulares de Quemchi se retira una cantidad mucho menor de residuos orgánicos que en el territorio continental por lo que es necesario adecuar *cualquier plan*, programa o estrategia a esta realidad.

6.2.4 Determinación de Material Valorizable:

Posterior a realizar la caracterización de residuos, se determinó la cantidad de residuos potencialmente valorizables, considerando una generación anual proyectada a los resultados que se obtuvieron en esta investigación. La tabla N°10 presenta la cantidad de residuos potencialmente valorizables de la Comuna de Quemchi.

Tabla N°10: Cantidad en kilogramos de la generación de residuos potencialmente valorizables.

Residuo Valorizable	Generación Anual (ton)
Papel, cartón y productos de papel	40,6
Plásticos	113,4
Vidrio	257,3
Latas de Aluminio	25,9
Materia Orgánica Compostable	421,1
TOTAL	858,3

Fuente: Elaboración Propia.

- Tasa anual de generación de residuos valorizables

Según la caracterización de residuos sólidos municipales, se cuenta con un potencial de valorización cercano a un 73,7% de la generación de residuos total.

Para poder realizar una efectiva valorización de residuos sólidos municipales, es necesario que el plan de gestión de residuos esté enfocado en la valorización de estos, adecuando todas sus estrategias a la generación real de la comuna y cada uno de sus sectores que tienen condiciones particulares.

6.3 Alternativas para Tratamiento de RSM focalizado en Valorización, según características territoriales.

Es responsabilidad del Municipio realizar una adecuada gestión de los residuos que se generan en la comuna, llevando a cabo todas las acciones antes mencionadas. Para la realización de un buen Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos, enfocado en la Valorización de Residuos, se utilizará el planteamiento recomendado por Lebón (2019) de tratamiento múltiple integrado. Además, dicho planteamiento cumple con el principio de Jerarquía, que tiene como propósito evitar la generación, considerando que, si no es posible evitar, se debe procurar la minimización mediante la utilización del concepto de “3R”: Reducir, Reutilizar y Reciclar. Por lo que, si la minimización no es posible, es necesario plantear un tratamiento y sólo cuando el tratamiento no sea factible, recién se debe considerar la disposición Final.



Este principio se puede resumir de la siguiente forma:

- I) Evitar la Generación de residuos en el Origen
- II) Reutilizar al máximo los residuos generados, en la misma cadena de producción o en otra paralela.
- III) Valorizar los residuos por medio de recuperación energética, reciclaje, procesamiento, compostaje, entre otros.
- IV) Tratamiento de residuos, antes de disponer finalmente de ellos.
- V) Disposición Final de la menor cantidad de residuos.

Para poder aplicar cualquier medida de gestión de residuos, es necesario contar con financiamiento y colaboración de gestores ambientales, por lo que fue necesario analizar los distintos fondos concursables destinados a la provincia de Chiloé debido a la creciente problemática asociada a residuos sólidos en el archipiélago.

6.3.1 Fondos concursables para la aplicación de medidas de valorización y reducción de generación de residuos.

- Fondo para el reciclaje Chiloé 2019 por un monto de \$45.000.000.
- Fondo para el reciclaje Chiloé 2020 por un monto de \$24.750.000.
- Presupuesto municipal 2021 por un monto anual de \$9.000.000 para el funcionamiento de la oficina por primera vez desde la formación de esta.



6.3.2 Empresas Gestoras de la zona:

En el Anexo 9 se presenta un listado de empresas gestoras existentes en la provincia de Chiloé para contactar y firmar convenios de trabajo colaborativo para poder asegurar una buena valorización de residuos. De estas empresas se puede determinar si es posible valorizar los residuos dentro de la provincia y qué tipo de residuos se pueden valorizar.

6.3.3 Generación de Residuos en Origen:

Según el principio de Jerarquía es necesario comenzar cualquier plan de gestión de residuos, por la disminución de su generación en origen. Para esto se propone un plan integral de educación ambiental que busque:

- Concientizar a la población con respecto al concepto de las “3R” (Reducir, Reutilizar, Reciclar).
- Incentivo a la producción, compra y venta de materiales reutilizables tanto para la operación administrativa dentro de la municipalidad, como para la población y sus locales comerciales.

Para esto será necesario la realización de charlas tanto para el tratamiento de residuos inorgánicos como residuos orgánicos, en donde se propone un modelo que permita la realización de charlas en los sectores insulares y rurales de manera presencial cumpliendo con los aforos permitidos por el servicio de salud producto de la pandemia, además de la realización de charlas de manera telemática utilizando las herramientas que estén disponibles a la hora de aplicar estas, para asegurar llegar a la mayor cantidad de vecinos posible.

6.3.4 Separación en Origen

Posterior a las acciones orientadas a la minimización de la generación en el origen, particularmente la educación de la comunidad, es necesario realizar una separación en origen. La segregación que se contempla permite diferenciar entre residuos valorizables, materia orgánica, residuos peligrosos y residuos descartables. Por ello se implementa la

creación de Puntos Verdes, Compostaje domiciliario y separación de residuos no valorizables.

- Puntos Verdes:

Se propone la implementación de 35 puntos verdes que cuenten con contenedores para Vidrios, Papeles y Cartones, Latas, Plásticos del tipo PET 1. Estos estarán distribuidos en toda la comuna, ubicados tanto en sectores urbanos, como en sectores rurales e insulares, particularmente en colegios, edificios del municipio y en las afueras de establecimientos de juntas de vecinos o agrupaciones sociales, como también en sectores de alta concurrencia como plazas, miradores y sitios de interés turístico como la isla Aucar, para lo que se visitó en terreno cada lugar potencial en donde se instalarán estos puntos verdes, que incluyen los sectores insulares. Además, se cuenta con un centro de acopio para todo el material de estos puntos verdes y otros materiales que se dispondrán para su posterior valorización.

La administración, mantención y resguardo de estos puntos verdes es de responsabilidad de la Municipalidad de Quemchi, no obstante, se espera obtener el apoyo de las distintas organizaciones sociales, juntas de vecinos, agrupaciones de turismo y población en general para el resguardo y mantención de los distintos puntos. En sus acciones se espera poder contar con el aviso, mediante los distintos canales de comunicación, para cuando los puntos verdes se encuentren en su máxima capacidad o cuando exista algún problema y/o deterioro de alguno de ellos.

Estos puntos se pueden observar Figura 11, donde se presenta la distribución espacial de los puntos verdes en la comuna de Quemchi:

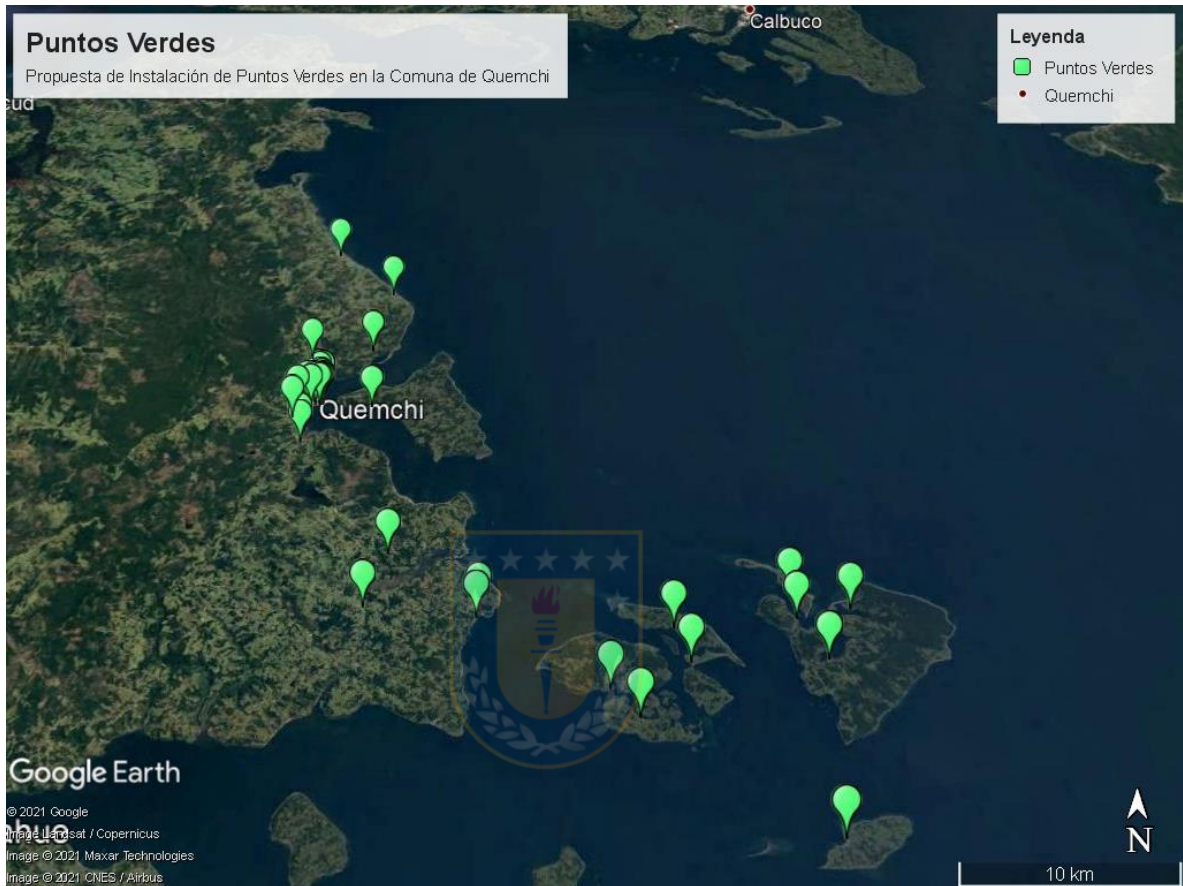


Figura 11: Distribución de Puntos Verdes ubicados en toda la comuna de Quemchi, considerando sector norte, urbano, sur e insular.

Fuente: Elaboración propia por medio de software Avenza Maps 3.14 y software Google Earth Pro-2020.

- Características de los Puntos Verdes:

Es muy importante realizar puntos verdes adecuados y con la correcta infografía, que permita un buen uso y posterior valorización de los residuos, es por esto por lo que cada punto verde debe contemplar:

- Ubicación estratégica

- Contenedores adecuados para cada material a valorizar
- Infografía que permita la correcta disposición, considerando que tipo de material se reciclará en él, la forma adecuada de realizarlo y números de contacto en caso de colapso, mal estado o dudas de como depositar los residuos.
- Puntos verdes para Vidrios y Latas de Aluminio serán reciclados de empresas de mitilicultura, quienes donan los envases de cloro con los que trabajan (tambores de pvc de 200 litros). Estos son reacondicionados y utilizados en cada punto verde de la comuna.

- Tipos de Puntos Verdes



Se implementarán distintos tipos de puntos verdes según el sector en donde se ubique, permitiendo reciclar en todos latas, vidrios y plásticos del tipo PET 1; pero en algunos sectores, además, se contemplan residuos peligrosos como pilas, baterías de automóviles, tóner o cartuchos de impresoras. Por otro lado, se espera en el centro de acopio recolectar neumáticos y artefactos electrónicos en general.

- **Centro de Acopio:**

Mediante la gestión de parte de la Municipalidad y la Oficina de Medio Ambiente, se cuenta con un centro de acopio para materiales valorizables, este cuenta con un funcionario de tiempo completo, quien está a cargo de la reclasificación, limpieza y posterior acopio de los materiales recibidos. Este centro de acopio cuenta con una capacidad de 80 m³, que al

momento de completar esta, serán retirados los materiales para enviarlos a empresas gestoras de la provincia.

Ubicación del centro de Acopio:

El centro de acopio de la municipalidad se encuentra ubicado en el ex gimnasio Padre Hurtado, ubicado en el sector urbano de la comuna, en las coordenadas que se muestran en la tabla N°11:

Tabla N°11: Ubicación geográfica en coordenadas UTM, zona 18S, del Centro de Acopio Municipal:

	Coordenada Norte	Coordenada Este
Centro de Acopio	5333375.49 m S	626227.06 m E

Fuente: Elaboración Propia, mediante Software Avenza Maps.

El centro de acopio cuenta con 2 funcionarios dependientes de la Dirección de Obras, particularmente del personal perteneciente a Aseo y Ornato de la municipalidad, estos cumplen funciones de separación y clasificación de residuos, particularmente, para los plásticos del tipo PET 1, se realiza el retiro de tapas y etiquetas, además de separar estos por color. Por otro lado, debido a que los puntos verdes de la comuna son en gran parte elaborados con productos reutilizados de empresas de mitilicultura, estos contenedores donados por las empresas de la comuna llegan al centro de acopio, son limpiados, cortados y adecuados para la creación de contenedores de latas de aluminio y vidrios.



Figura 12: Ubicación Geográfica de Centro de Acopio Municipal.
Fuente: Elaboración Propia mediante Software Google Earth Pro y Software Avenza Maps.

Tecnificación del Centro de acopio: Debido a que las empresas gestoras se encuentran fuera de la comuna y por la geografía y distribución territorial de esta y la provincia de Chiloé, el transporte de materiales valorizables encarece cualquier proceso de valorización. Dado lo anterior, se propone que el centro de acopio de material valorizable cumpla con el rol de centro de clasificación, compactación y molienda de materiales, para esto se deberán implementar distintas tecnologías de adecuación de materiales valorizables y así dar un valor agregado al material reciclable, pudiendo abaratar costos de transporte, logística y adecuación de estos.

- Máquina cortadora de botellas de vidrio: Debido a que la gran cantidad de vidrio que se recibe en un centro de reciclaje se optará por la clasificación de botellas de

vidrio homogéneas para la realización de vasos, así reutilizar el material y apoyar a la comunidad. Estos vasos una vez cortados, lijados y limpiados serán repartidos dentro de las organizaciones comunales y dentro de los edificios municipales, para erradicar el uso de plásticos de un solo uso.

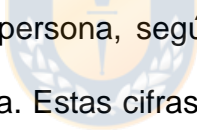
- Máquina Compactadora: El acopio de plásticos del tipo PET 1 y papeles y cartones ocupa un gran volumen, por lo que es necesario compactar estos residuos, para ello se propone la adquisición de una máquina compactadora. Una vez compactados estos residuos se destinarán a empresas gestoras de la zona.
 - o Características Técnicas: Máquina compactadora monofásica estándar de 3HP, con fuerza de empuje regulable de 5 a 12 hp, entrega fardos de un mínimo de 0,45 x 0,7 x 0,4 (m³) y un máximo de 0,7 x 0,7 x 0,4 (m³).

- Molino para PET: Considerando la gran cantidad de plásticos que se generan al año en la comuna, es necesario adecuar estos disminuyendo su volumen para así facilitar su traslado, por lo que se adquiere un molino para PET que nos permita chipear los plásticos y generar una materia prima completamente valorizable y agregar valor al material para entregarlo a empresas gestoras.
 - o Características Técnicas: Molino para PET monofásico de 10 HP, con motor de 7,5 kW, sistema de cuchillas tipo escalonado y capacidad promedio de molido entre 250/450 kg/h.

- Estaciones de Transferencia en Zonas Insulares:

Se plantea la creación de estaciones de transferencias de residuos inorgánicos en las 9 islas que se realiza extracción de residuos. Estas estaciones contemplan un cierre perimetral, techumbre, contención de plangas. Deberán estar ubicadas cerca de las ramblas de acceso para facilitar el retiro de residuos por parte de los operarios del camión recolector y la barcaza municipal. Para la creación de estas instalaciones, será necesario conversar con los distintos actores sociales de cada isla para coordinar las dimensiones, ubicación y mantención de estos espacios.

- Materia Orgánica:



Del total de residuos generados por persona, según la caracterización realizada, casi un 36,2% corresponde a materia orgánica. Estas cifras hacen que sea necesario incorporar el reciclaje de orgánicos a través de implementación de compostaje. El compostaje consiste en un tratamiento de tipo bioquímico, en el cual se produce una degradación aeróbica controlada de la materia orgánica que genera dióxido de carbono, agua, calor y un residuo orgánico estabilizado rico en humus. Este es un material de gran utilidad como mejorador de suelos para uso agrícola u ornamental (ACADIS, 2019).

Se propone implementar un plan de compostaje a nivel domiciliario.

Este plan contempla 3 líneas de desarrollo integradas:

- i) La primera corresponde a educación ambiental para la población general sobre temas de compostaje y lombricultura, en donde se realizarán charlas, capacitaciones, talleres prácticos, cortos educativos, visitas a programas locales de radio y televisión, entre otros.
- ii) La segunda línea corresponde a un Plan de Recolección Urbana de Residuos Sólidos Orgánicos, enfocada en las pymes que generan gran cantidad de desechos orgánicos como, verdulerías, ferias, restaurantes entre otros.
- iii) La tercera línea corresponde a un plan de entrega de composteras, donde se entregarán 200 composteras prefabricadas, con la característica de ser de material 100% reciclado o reciclable extraído directamente desde las costas de la región de Los Lagos y 200 composteras fabricadas in situ artesanalmente, para las familias que no cuenten con espacio o las condiciones para hacer compost de forma directa a la tierra. Para la entrega de estas composteras se harán dos charlas informativas para comunicar a la comunidad como será el proceso de entrega de las composteras, este proceso de entrega consistirá en:
- Inscripción de interesados/as en obtener una compostera.
 - Evaluación en terreno si cuenta con las condiciones para la instalación de la compostera
 - Realización de taller sobre el uso de la compostera
 - Entrega de compostera, manual de uso y tabla de visitas de fiscalizador

- Seguimiento mensual por parte del fiscalizador. La duración del seguimiento será durante todo el proyecto.

Con estas tres etapas se espera potenciar la segregación en origen y posterior compostaje de la materia orgánica.

6.3.5 Recolección Selectiva:

Al realizar una correcta separación de residuos en origen, se obtienen distintos tipos de materiales que deben ser recolectados de forma selectiva, para que puedan llegar al destino correspondiente. Por un lado, todo lo valorizable debe ser recolectado desde los puntos verdes para ser llevados al centro de acopio, asegurando que no se mezclen con otros residuos; en cambio, los residuos descartables deben ser retirados, desde las viviendas y sectores en donde existan basureros municipales, de forma única, para ser llevados a vertedero.

- i) Puntos Verdes: La recolección de los materiales que se dispongan en los 35 puntos verdes de la comuna se realizará cada 15 días, por medio de un camión recolector, este estará disponible los lunes, miércoles y viernes, considerando la posibilidad de reevaluar la periodicidad del retiro según el llenado de puntos verdes de mayor uso.
- ii) Residuos Descartable: La recolección de la basura se realizará una vez por semana en todos los sectores y tres veces por semanas en sector urbano.

- iii) **Materia Orgánica:** El plan de compostaje domiciliario contempla recolección sólo en la zona urbana mediante un vehículo municipal dos veces a la semana para su posterior entrega a agricultores que harán compostaje para su producción agrícola.

6.4 Plan de Difusión y Educación Ambiental:

Este proceso se llevará a cabo de forma transversal al proyecto, donde las temáticas de reciclaje serán abordadas en profundidad, alcanzando los siguientes conocimientos:

- Reducción de costos globales en el manejo del flujo de basura, tanto por concepto de recolección y transporte como por disposición final.
- Mayor vida útil de los vertederos.
- Qué elementos se recuperarán de las basuras y por qué.
- Qué elementos no se recuperarán de las basuras y por qué.
- Cómo acopiar los materiales recuperables.

Los beneficiarios directos serán abordados a través de: Colegios y liceos de la comuna (24), junta de vecinos (35), agrupaciones de turismo (6) y agrupaciones varias que se sumen durante el desarrollo del proyecto (10), las temáticas se abordarán mediante distintas metodologías como charlas, capacitaciones, talleres prácticos, cortos educativos, visitas a programas locales (radio – tv) entre otros.

6.4.1 Plan de Difusión y Educación Ambiental para Residuos Inorgánicos:

El Plan de Educación Ambiental y Difusión asociado a los residuos inorgánicos, tiene como objetivo concientizar sobre la cultura de las "3R", es decir, reducción, reutilización y reciclaje. En cuanto a los colegios y liceos de la comuna, se trabajará en la certificación de establecimiento Sustentable que entrega el Ministerio de Educación, a estos se les entregará un punto verde (latas, vidrio, PET, papeles y cartones), además se fomentará la creación de una brigada ambiental que esté a cargo del cuidado y manejo del punto verde de su colegio.

La recolección de los materiales de los puntos verdes será una vez se avise desde el colegio que se llenaron los contenedores y se agregaran al recorrido del camión que hace el recorrido en toda la comuna. En los colegios se realizará un taller a los profesores a cargo del punto verde y la brigada ambiental, además una charla (mínimo) a los alumnos del establecimiento, una vez esté todo instalado se realizará un seguimiento cada 2 meses para evaluar el funcionamiento de cada establecimiento. Con las juntas de vecino se coordinarán reuniones para capacitar (1 taller por junta de vecino) a la comunidad en el uso de los puntos verdes, además de mostrarles donde se encontrarán los puntos verdes más cercanos por sector y en la comuna.

6.4.2 Plan de Difusión y Educación Ambiental para Residuos Orgánicos:

Se realizará educación ambiental para la población en general sobre temas de compostaje y lumbricultura. En la zona sur, norte e insular (zonas rurales) se fomentará el no votar desechos orgánicos a la basura que recoge el camión recolector y se realizaran talleres

prácticos por sector (total 35) coordinado con las juntas de vecinos y agrupaciones varias. En estos talleres se enseñará de forma práctica como construir de forma artesanal una compostera o zona de compostaje. Además, se desarrollarán 4 talleres prácticos de lumbricultura a los cuales los beneficiarios se podrán inscribir en los talleres de compostaje. En cuanto a los colegios y liceos de la comuna, se trabajará en la certificación de establecimiento Sustentable que entrega el Ministerio de Educación, a estos (24) se les entregará un Kit de Compostaje (Compostera o materiales para construirla, depende del caso) y un Kit para el armado de un invernadero, donde puedan ocupar su compost y además realizar actividades educativas relacionadas con la temática. Todo será acompañado de un taller para los profesores encargados del compostaje y del invernadero, además de una charla para los niños/jóvenes donde se les explicará el funcionamiento de la compostera y del invernadero, además de la importancia de cuidar y mantener estas herramientas en buenas condiciones. También tendrán un seguimiento fijo durante el desarrollo del proyecto cada 2 meses.

6.5 Factibilidad Técnica – Económica de las Alternativas Propuestas:

Posterior a la selección de alternativas de manejo de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi, se analiza la Factibilidad Técnica y Económica de ellas. A continuación, se presentan los resultados asociados a dicha Factibilidad.

6.5.1 Aplicación de instrumento de análisis poblacional sobre reciclaje y hábitos de consumo:

Se aplicó el instrumento entregado por la Evaluación de Impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile presentada en Anexo 9. Los resultados de esta encuesta que se presenta en el anexo N°10, nos permitieron determinar el interés que presenta la comunidad en los procesos de valorización, particularmente en la importancia que los vecinos de la comuna ven en el reciclaje y qué tan responsables se sienten de la gestión de los residuos que ellos generan. Se presentan las preguntas que dan importante relevancia a esta investigación en donde se puede observar que el 98% de la población encuestada considera que el reciclaje es muy importante o al menos es lo correcto. Esto nos permite determinar que la comunidad presenta un interés mínimo en participar del proyecto de valorización de residuos sólidos municipales. Por otro lado, de la población encuestada que no aplica procesos de valorización (56%) el 64% nos indica que no sabe dónde entregarlos o que no hay lugares de disposición cercanos, algo que se coincide con la pregunta número 8 en la que el 98% de los encuestados declaran que estarían dispuestos a separar residuos y llevarlos a un lugar de disposición diferenciada si este estuviera cerca de su hogar. Además, solo el 28% de la muestra nos indica que no tiene espacio para acopiar en su casa previo a dejarlo en un punto de recolección diferenciada, siendo la mayoría de estos casos de la zona urbana de la comuna.

Considerando la responsabilidad de la gestión de residuos, el 98% de la muestra considera que tiene algún grado de responsabilidad de sus desechos una vez que los artículos cumplen su vida útil.

Por otro lado, en la pregunta número 10 podemos ver que existe una gran variedad de respuestas; pero se destaca que un 46% de los encuestados consideran que son las instituciones gubernamentales como el municipio y el gobierno quienes debiesen

responsabilizarse de la gestión y valorización de residuos, aunque en un porcentaje no menor, un 25% de los encuestados, dicen que son los productores quienes deben implementar sistemas de recolección y valorización de sus propios residuos, algo que pone en evidencia la necesidad de la implementación completa de la ley REP.

6.5.2 Evaluación Socioeconómica del proyecto

i) Identificación de Beneficios

Se requiere identificar de manera cualitativa los beneficios que se obtienen con la ejecución del proyecto de valorización propuesto

- Menor disposición de residuos en Vertedero Municipal.
- Venta de residuos valorizados y/o ahorro en costos del proceso de tratamiento de residuos.
- Ahorro en emisiones de gases de efecto invernadero
- Menores tasas de morbilidad
- Más Información y conciencia ambiental
- Menor explotación de recursos naturales

ii) Cuantificación y valoración de beneficios

Se asignan unidades de medida apropiadas a los beneficios identificados que sean cuantificables.

- **Menor disposición en vertedero municipal**

Se comparan los costos por tonelada dispuesta en el vertedero con y sin proyecto, considerando todas las partes del sistema de gestión del residuo, tal como recolección, transporte y tratamiento.

$$A_t = (C_{CP} - C_{SP})$$

A_t : Variación en el costo del tratamiento al incorporar el proyecto.

C_{CP} : Costo de recolección, transporte y tratamiento con proyecto.

C_{SP} : Costo de recolección, transporte y tratamiento sin proyecto.

Considerando que el tratamiento de residuos lo realiza el municipio, mediante la licitación del sistema de recolección y transporte de residuos, se estima que el costo del tratamiento sin proyecto es de \$227.000.000 por 2 años (mercado público), que es el costo por la licitación del proceso. Por otro lado, al implementarse el proyecto, esta licitación no tiene cambios asociados, salvo el valor extra que conlleva el transporte y tratamiento.

Luego, el costo anual asociado sin proyecto es de \$113.500.000, considerando que se generan 2728 toneladas de residuo, estas tienen un costo asociado al tratamiento de \$41.606 por tonelada tratada.

Al aplicar el proyecto, se contempla un costo anual de \$24.159.934 (ver *Tabla N°13*) por concepto de transporte del material, contratación de personal y mantención de la infraestructura.

Luego el costo anual asociado con proyecto sería de \$137.659.934. Así tenemos:

$$A_t = (137659934 - 113500000)$$

$$A_t = \$24.159.934$$

- Por venta de residuos valorizados y/o ahorro de costos de del proceso de tratamiento

de residuos: Los municipios tienen la facultad de vender sus productos valorizados, estos valores se estimaron según el tipo de producto. Se consideran los valores sociales (Sin I.V.A) del producto generado y la cantidad producida anualmente. Se considera un total de 1220,56 toneladas al año de residuos según caracterización.

- a) Plásticos del tipo PET 1: Botellas de bebidas de PET (Transparente y/o colores, se reciben mezcladas).



Según la caracterización de residuos, los plásticos del tipo PET 1 generados a nivel comunal corresponde a un 5,10% de los residuos, dando un total de 62 toneladas al año.

Luego, considerando un precio por kilo de \$150 (Reciclados Industriales S.A.), tenemos:

$$IR_{PET1} = \$9.300.000$$

IR_{PET1} : Ingreso por reciclaje de plásticos del tipo PET 1.

- b) Latas de Aluminio: Latas de refrescos de aluminio.

Según la caracterización de residuos, las latas de aluminio generadas a nivel comunal corresponden a un 1,39% de los residuos, dando un total de 17 toneladas al año.

Luego, considerando un precio por kilo de \$650 (reciclaje San Francisco), tenemos

$$IR_{\text{latas}} = \$11.050.000$$

IR_{latas} : Ingreso por reciclaje de latas.

- c) Materia Orgánica Compostable: Se considera el compost como producto final con potencial de venta.



Según la caracterización de residuos, se tiene una tasa de generación de un 36,2% del total de residuos, generándose al año 442 toneladas. Considerando un factor de pérdida por el proceso de compostaje de un 40% del peso total, tenemos un total de 176,8 toneladas de compost al año.

Con un precio de \$10.000 por tonelada de compost (Ministerio de Desarrollo Social), tenemos:

$$IR_{\text{compost}} = \$1.768.000$$

IR_{compost} : Ingreso por reciclaje de materia orgánica mediante la obtención de compost.

d) Cartón: Cajas o pliegos de cartón corrugado.

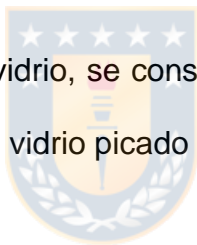
Según la caracterización de residuos sólidos, se considera una tasa de generación de cartón de un 3,5%, generando un total de 42,7 toneladas al año.

Luego, con un precio de \$45 por kilo de cartón (Reciclados Industriales S.A) tenemos:

$$IR_{\text{cartón}} = \$1.921.500$$

$IR_{\text{cartón}}$: Ingreso por reciclaje de cartón.

e) Vidrio: Para el tratamiento del vidrio, se consideran dos ítems, uno de la producción de vasos reciclados y el otro de vidrio picado para reciclaje.



Vasos: La producción de vasos contempla una totalidad de 1000 vasos al año, con un precio promedio de \$1.650 por vaso reciclado (greenglas).

$$IR_{\text{vaso}} = \$1.650.000$$

IR_{vaso} : Ingreso por fabricación de vasos mediante el reciclaje de botellas de vidrio.

Según la caracterización de residuos sólidos, tenemos una tasa de generación de 22% de vidrio, generando un total de 268,5 toneladas de vidrio. Considerando que cada vaso pesa

alrededor de 138g (greenglas), en la producción de 1000 vasos tenemos 138 kg, equivalente a 0,138 toneladas. Luego el vidrio restante para reciclaje es de 268.4 toneladas al año.

Luego, con un costo de \$10 por kilo (Ecorecicla), tenemos:

$$IR_{\text{vidrio}} = \$2.683.620$$

IR_{vidrio} : Ingreso por reciclaje de vidrio triturado.

Luego, se obtiene un ingreso total de \$28.373.120 al año por venta de materiales reciclados.

- iii) Identificación y cuantificación de los costos: Esta considera las diferentes actividades que contempla la implementación del proceso de valorización, considerando la inversión inicial del proyecto, costos de operación y mantenimiento de este.

- Inversión: Se detallan los costos de la implementación del sistema de valorización de residuos, considerando la infraestructura, materiales, maquinaria, equipo y mano de obra.

Tabla N°12: Detalles de costos para la implementación del proyecto:

Gasto	Sub-item	Costo 2019	Costo 2020
Talleres de educación ambiental	Contratación a honorarios	\$8.300.000	\$5.000.000
	Materiales	\$2.250.000	\$1.218.750
	Difusión	\$0	\$2.218.750
	Traslados varios	\$0	\$1.218.750
	Catering	\$2.550.000	\$1.837.500
Puntos Verdes (35)	Insumos y equipamiento	\$9.500.000	\$0
	Contratación a honorarios	\$1.950.000	\$0

	Difusión	\$1.500.000	\$0
	Traslados varios	\$1.000.000	\$0
Centro de Acopio	Insumos y equipamiento	\$4.250.000	\$7.568.750
	Instalación y capacitación para uso de equipos en centro de acopio	\$0	\$1.312.500
Composteras	Compra de composteras	\$6.000.000	\$3.400.000
Difusión	Confección de afiches, infografías, material educativo.	\$3.700.000	\$0
	Avisos en medios de comunicación y generación de información para la prensa	\$2.000.000	\$0
	Traslados varios	\$1.000.000	\$0
Actividad de Lanzamiento y Cierre	Catering	\$1.000.000	\$600.000
	Total	\$45.000.000	\$24.375.000

Fuente: Informe de ajustes metodológicos, fondos para el reciclaje provincia de Chiloé 2019, 2020.

Se determina un valor inicial de inversión con un total de \$69.375.000.

- Operación y mantenimiento: Estos costos están asociados a la continuidad del proyecto una vez instalado y en operación.

Tabla N°13: Costos anuales de Operación para proyecto de valorización.

Gasto	Sub-item	Costo anual
Transporte para recolección de residuos reciclables	Gasto de combustible	\$6.700.000
	Contratación Personal	\$8.100.000
Mantenimiento y reinversión para infraestructura	Reinversión para equipos	\$2.000.000
	Costo energético	\$6.359.934
	Mantenimiento de equipos	\$1.000.000
	Total	\$24.159.934

Fuente: Informe de ajustes metodológicos, fondos para el reciclaje provincia de Chiloé 2019, 2020. Consumo energético calculado según potencia de motores y valor del kWh.

- iv) Flujo de beneficios netos: El beneficio neto (BTN) del proyecto se define como la diferencia de los beneficios con respecto a los costos de operación y mantención en un año. Así:

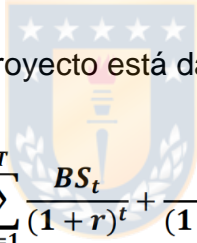
$$\text{BTN} = 28.373.120 - 24.159.934$$

$$\text{BTN} = \$4.213.186$$

- v) Análisis de rentabilidad: Permite estimar los indicadores para la toma de decisiones y recomendación de ejecución del proyecto, su reformulación o rechazo definitivo.

- Indicadores de rentabilidad: Dados por el valor actual de los beneficios y la tasa interna de retorno.

- a) El valor actual neto social del proyecto está dado por:


$$VANs = \sum_{t=1}^T \frac{BS_t}{(1+r)^t} + \frac{VR}{(1+r)^T} - I_0$$

I_0 : Inversión Inicial (\$69.375.000)

BS_t : Beneficios totales netos al año t (\$4.213.186)

VR: Valor residual (\$69.375.000)

r: Tasa social de descuento (6%) (ministerio de desarrollo social).

T: Horizonte de evaluación del proyecto (5 años)

Considerando un beneficio total neto constante en el horizonte de evaluación (5 años), tenemos:

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

Luego:

$$VANS = 4213186 \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+0,06)^t} + \frac{69375000}{(1+0,06)^5} - 69375000$$

Así, el valor actual neto social del proyecto es:

$$VANS = 17747471 + 51841036 - 69375000$$

$$VANS = \$213.507$$

Con un VANS positivo, podemos afirmar que es conveniente la ejecución del proyecto.

- b) La Tasa Interna de Retorno Social equivale a la tasa de retorno para el cual el VANS se hace cero, así está queda dada por:

$$0 = \sum_{t=1}^T \frac{BS_t}{(1+r)^t} + \frac{VR}{(1+r)^T} - I_0$$

Con r: tasa interna social de retorno.

Luego llamamos p al valor calculado de r cuando VANS es 0. Así, utilizando calculadora programable, se despeja la variable r de la ecuación

$$p = 0,0607$$

$$r = 0.0600$$

ahora, como $p > r$, podemos decir que es conveniente la realización del proyecto.

- Horizonte de evaluación: Se determina un horizonte de evaluación de 8 años para la estimación del flujo de beneficios y costos atribuibles al proyecto, considerando las características del proyecto que se financia en su totalidad con fondos públicos, tanto para la implementación, mediante los fondos de reciclaje adjudicados, como para la operación y mantención de parte del presupuesto municipal que se otorga tanto a la oficina de medio ambiente, como al departamento de aseo y ornato, en donde se realiza un trabajo en conjunto para el correcto funcionamiento de este.

- Vida útil del proyecto: Considerando la implementación de puntos verdes en toda la comuna, incluyendo los sectores insulares, además del centro de acopio municipal, se estima una vida útil del proyecto de 10 años de funcionamiento continuo.

- Valor Residual: Debido a que se considera un horizonte de evaluación de 5 años y la vida útil del proyecto de 10 años, tenemos un valor residual correspondiente al valor económico de la obra por los 5 años que restan, esto es:

$$VR = \text{Valor actual de la Inversión} / HE * (VU - HE)$$

VR: Valor residual

VA: Valor actual de Inversión

HE: Horizonte de evaluación

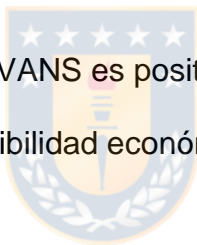
VU: Vida útil

Luego:

$$VR = 69375000 / 5 * (10 - 5)$$

$$VR = \$69.375.000$$

Luego, considerando que el Valor del VANS es positivo además de que $p > r$ para el TIRS, podemos determinar que existe la factibilidad económica para la realización del proyecto.



7. CONCLUSIONES

El diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Quemchi nos indica que existen distintas problemáticas para el desarrollo de un plan de gestión de residuos que se enfoque en la sustentabilidad y la valorización de los residuos, en primera instancia se necesitó zonificar la comuna según su distribución territorial y demográfica en Zona Norte y Sur, sector rural de la isla grande de Chiloé, además de la zona urbana, en donde se encuentra la mayor acumulación de habitantes en la comuna y los sectores insulares, compuesto por 9 islas en donde se debe realizar manejo de residuos sólidos con un enfoque de tratamiento múltiple integrado (Lebon, 2019).

Tras realizar los recorridos de recolección de residuos, tanto para el sector urbano, sectores rurales e insulares, se determinó que se deben recorrer largas trayectorias para el retiro de residuos, tanto en sectores rurales como insulares, esto genera un alto costo y en particular, debido a que las condiciones climáticas son un factor determinante para el acceso a retirar residuos, es que es fundamental la instalación de estaciones de transferencia de residuos en sectores insulares y rurales aislados, para poder contener adecuadamente estos, evitando su dispersión y la presencia y/o aumento de vectores sanitarios.

Posterior al retiro de residuos, estos se trasladan al vertedero municipal de Quemchi, en donde existe una disposición final inadecuada, debido principalmente a que este cuenta con una zanja de disposición con canalización de aguas lluvias, impermeabilización del suelo y cobertura diaria; pero no cuenta con tratamiento de lixiviados, ni contención de gases. Por otro lado, se proyecta una durabilidad de esta zanja de 3 años según el material que ingresa a vertedero, en donde existe otra problemática asociada principalmente a que no existe una báscula que permita determinar con exactitud la cantidad de residuos que ingresan a vertedero. Por esto, es necesario disminuir la cantidad de residuos que ingresan a vertedero.

Parte del diagnóstico fue la realización de la caracterización de residuos sólidos que nos indica que existe una generación de residuos que es diferente según el sector muestreado, en donde particularmente se destaca la diferencia de generación per cápita entre los sectores Norte y Sur, de características rurales con un per cápita de 0,38 kg/día y 0,39 kg/día respectivamente, con el sector urbano de la comuna que presenta un per cápita de 0,49 kg/día, y una generación menor aún para los sectores insulares de 0,29 kg/día. Por otro

lado, esta caracterización nos permite determinar la composición de residuos en toda la comuna, que tiene características específicas para cada zona, destacando la diferencia existente entre el sector urbano con el sector insular, en donde se observa una alta generación de residuos orgánicos para el sector urbano y una disminución de esta en sectores insulares, debido principalmente a los hábitos de consumo de cada sector. Además, se observa un aumento de la generación de residuos de vidrio y latas en sectores insulares, con respecto al resto de la comuna.

Posterior a la realización de un diagnóstico acabado, se pudo determinar las distintas problemáticas asociadas a la gestión de residuos, en donde se concluye que existe una gran variedad de problemas asociados al sistema de recolección, disposición final, condiciones de trabajo en torno al manejo de residuos, en donde se considera que no existe personal capacitado para la realización de todas las actividades. Por otro lado, uno de los mayores problemas identificados está en torno a la disposición final inadecuada, contando con 10 puntos de acumulación en toda la comuna, en donde ninguno de ellos cuenta con autorización ambiental del tipo resolución de calificación ambiental (RCA) y en particular el vertedero de la comuna de Quemchi que no cuenta a su vez con autorización sanitaria.

Por otro lado, se logró plantear alternativas para la valorización de residuos que son factibles técnicas y económicamente, considerando la necesidad de generar un plan de manejo de residuos sólidos basado en un tratamiento múltiple e integrado, que sigue el principio de jerarquía planteado en bibliografía. Este proyecto fue analizado en su implementación, mantención y posterior abandono, determinando una rentabilidad positiva, todo esto evaluado a 5 años, considerando una vida útil del proyecto de 10 años, en donde los

indicadores VANS y TIRS nos indican que es factible socioeconómicamente realizar este proyecto de valorización.

Así, cumpliendo con todos los objetivos propuestos, podemos determinar que es factible técnica y económicamente realizar medidas de manejo enfocadas en la valorización de residuos sólidos municipales en la comuna de Quemchi.

Por último, se plantea que es necesario realizar una nueva caracterización de residuos sólidos en comuna; pero en condiciones distintas a las propuestas, considerando realizarla en una estación distinta a la planteada en esta investigación y considerando la posibilidad de rehacer esta caracterización en época invernal, en donde se considera que cambia la generación de residuos, además analizar la realización de esta misma cuando las condiciones actuales producto de la pandemia cambien, permitiendo considerar también la población flotante y las características de muestreo distintas a las planteadas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wang, Z., Dong, X., Yin, J. 2018. Antecedents of urban residents' separate collection intentions for household solid waste and their willingness to pay: Evidence from China. *J. Clean. Prod* 173, 256-264.
- Ministerio de Salud (MINSAL), Subsecretaría de Salud Pública. 2005. Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios. D.S. N°189, 2005.
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=268137&idVersion=2008-01-05>.
- Ministerio de Salud (MINSAL), Subsecretaría de Salud Pública. 2009. Reglamento sobre Manejo de Residuos de establecimientos de atención de Salud (REAS). D.S. N°6, 2009.
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1008725&idVersion=2010-07-17>.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia; Subsecretaría General de la Presidencia. 2009. Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas. D.S. N°4, 2009.
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1007456&idVersion=2010-04-26>.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA), 2016. Iniciativa de Política Pública en relación con objetivo de desarrollo 11. Santiago: MMA, pp.1,2. www.ods.mma.Gob.cl.
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development; Washington, DC: World Bank. © World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.
- Ministerio de Salud Pública. 1968. CODIGO SANITARIO. DECRETO CON FUERZA DE LEY N° 725, 1968. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5595>.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2019. Quinto reporte del estado del medio ambiente, 2019 (REMA).
- Ministerio de Salud (MINSAL). Decreto Supremo 148, 2004. REGLAMENTO SANITARIO SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS. MINSAL 2004.
- OECD (2001), Decision of the Council concerning the Control of Transboundary Movements of Wastes Destined for Recovery Operations /FINAL, OECD
<https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0266>
- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), (s.f.). Residuos, Clasificación de residuos, <https://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/residuos/>
- Ministerio del Medio Ambiente. Ley N°20920. Establece marco normativo para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. MINSAL 2016. <http://bcn.cl/1xnv0>
- Valenzuela-Levi, N. 2019. Factors influencing municipal recycling in the Global South: The case of Chile. *Resources Conservation and Recycling* 150, 10. Web of Science.
- Vivanco, E. 2019. Responsabilidad Extendida del Productor. Estado de Avance de Ley REP. Biblioteca del Congreso Nacional. Asesoría Técnica Parlamentaria.
https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27476/1/REP_2019_FINAL.pdf.

- Tomic, T.; Schneider D.R. 2020. Circular economy in waste management – Socio-economic effect of changes in waste management system structure. *Journal of Environmental Management*. Science Direct.
- Deus, R.M., Bezerra, B.S., Battistelle, R.A.G., 2019. Solid waste indicators and their implications for management practice. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16, 1129-1144. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2163-3>.
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). 2012. Estudio Identificación de Localidades en Condiciones de Aislamiento 2012. División de Políticas y Estudios. Departamento de Estudios y Evaluación. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/zonas_aisladas2.pdf
- Mendoza-Vizcaino, J., Sumper, A., Sudria-Andreu, A., Ramírez, J.M. 2016. Renewable technologies for generation systems in islands and their application to Cozumel Island, Mexico. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 64, 348–361.
- Zorpas, A.A., Lasaridi, K., Voukkali, I., Loizia, P., Chroni, C. 2015. Household waste compositional analysis variation from insular communities in the framework of waste prevention strategy plans. *Waste Manag.* 38, 3–11.
- Lebon, E., Madushele, N. and Adelard, L. 2019. Municipal Solid Wastes Characterisation and Waste Management Strategy Evaluation in Insular Context: A Case Study in Reunion Island. *Waste and Biomass Valorization*, 11. Web of Science.
- Díaz-Farina, E., Díaz-Hernández, J.J. and Padron-Fumero, N. 2020. The contribution of tourism to municipal solid waste generation: A mixed demand-supply approach on the island of Tenerife. *Waste Management* 102, 587-597. Web of Science.
- Bertolucci, L.A., Bezerra, B.S., Deus, R.M., Jugend, D. and Battistelle, R.A.G. 2019. Organic solid waste management in a circular economy perspective - A systematic review and SWOT analysis. *Journal of Cleaner Production* 239, 12. Web of Science. FI: 6.395 (Año 2018).
- Dahlén, L., Lagerkvist, A. 2008. Methods for household waste composition studies. *Waste Manag.* 28, 1100–1112.
- ACADIS, 2019. Guía de Compostaje Domiciliario: Cómo combatir el Cambio Climático a través del reciclaje de orgánicos. Programa Reciclo Orgánicos. Ministerio del Medio Ambiente <https://acuerdochilecanada.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/02/Guia-Compostaje-Domiciliario.pdf>
- Asad Iqbal, Xiaoming Liu, Guang-Hao Chen. 2020. Municipal solidwaste: Review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138622>
- S.M. Al-Salem, P. Lettieri, J. Baeyens, 2009. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management* 29, 2625-2643.
- Ministerio de Agricultura, 2005. Norma Chilena N°2880: Compost – Clasificación y Requisitos. <http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, s.f. Programa Chile Recicla. <https://rechile.mma.gob.cl/>
- Ministerio del Medio Ambiente, 2013. Norma Chilena N°3321: Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

- Ministerio de Desarrollo Social. Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales. 2013. <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/valorizacion-de-residuos/?wpdmdl=905>
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), 2018. “Diagnóstico de la situación por comuna y por región en materia de RSD y asimilables”. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/0_catastro_de_sitios.pdf
- Mercado público, Licitación para servicio de aseo, ornato áreas verdes, vigilancia. 2020. https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?q_s=NNqLaC++VFIGGHUISFcDEg==
- Reciclaje San Francisco. Lista de precios de materiales. Revisado 10 de mayo, 2021. <https://reciclajesanfrancisco.cl/lista-de-precios/>
- Reciclados Industriales. Taller: “Alternativas de colaboración entre Municipio/Empresa para la puesta en marcha de la red de Puntos Limpios RMS”. 2018. <http://www.santiagorecicla.cl/wp-content/uploads/2018/08/Presentaci%C3%B3n-RECICLADOS-INDUSTRIALES.pdf>
- Greenglas. Vaso corona reciclado. Revisado 10 de mayo, 2021. <https://www.greenglass.cl/collections/menos-de-10-000/products/corona-330-ml>
- Ecocicla. Lista de precios. Vidrio de botella. Revisado 10 de mayo, 2021. <http://ecocicla.com/precios/>



9 ANEXOS

Anexo 1: Residuos Reciclables

- Residuos Plásticos

En Chile existe capacidad instalada para reciclar algunos tipos de plásticos. Se reciclan botellas desechables para bebidas, contenedores de fruta (envases clamshell) u otros artículos fabricadas con PET (Nº1). También se reciclan envases de detergente, champús, bidones, envases de leche fabricados de polietileno de alta densidad (Nº2), tapas de botellas y otros artículos fabricados con polipropileno (Nº5) y bolsas fabricadas con polietileno (Nº2 y Nº4) (MMA. s.f.)

El primer paso en el reciclaje mecánico implica la reducción del tamaño del plástico a una forma más adecuada (pellets, polvo o escamas). Esto se logra generalmente por molienda, molienda o trituración. Los pasos involucrados son generalmente los siguientes (Al-Salem, 2009):

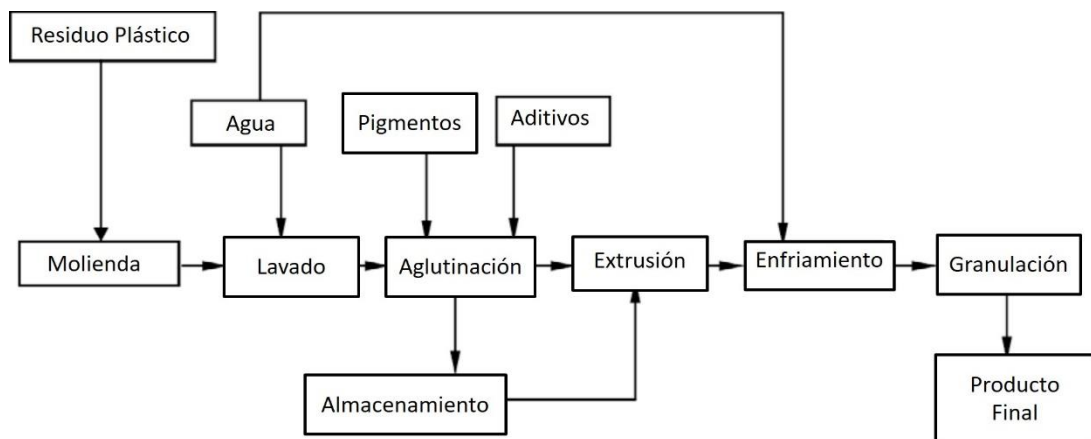


Figura 13: Pasos de reciclaje mecánico.

Fuente: Al-Salem, 2009. "Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review"

Pasos para un correcto reciclaje de residuos plásticos (Al-Salem, 2009):

- **Corte/ trituración:** Las piezas de plástico grandes se cortan por cizalla o sierra para su posterior procesamiento en pequeñas escamas picadas.
- **Separación de contaminantes:** El papel, el polvo y otras formas de impurezas se separan del plástico generalmente en un ciclón.
- **Flotante:** Diferentes tipos de escamas de plástico se separan en un tanque flotante de acuerdo con su densidad.
- **Fresado:** Los plásticos separados de un solo polímero se muelen juntos. Este paso se toma generalmente como un primer paso con muchos recicladores alrededor del mundo.
- **Lavado y secado:** Este paso se refiere a la etapa de prelavado (inicio de la línea de lavado). El proceso real de lavado de plástico se produce después, si se requiere un tratamiento adicional. Ambas etapas de lavado se ejecutan con agua. El lavado químico también se emplea en ciertos casos (principalmente para la eliminación de pegamento del plástico), donde se utilizan sosa cáustica y tensioactivos.
- **Aglutinación:** El producto se recoge para ser almacenado y vendido después de la adición de pigmentos y aditivos, o enviado para su posterior procesamiento.
- **Extrusión:** El plástico se extruye a hebras y luego se pelletiza para producir un plástico de un solo polímero.
- **Enfriamiento:** Consiste en enfriar el plástico por agua para ser granulado y vendido como un producto final.
- Residuos de Vidrio

Se reciclan Botellas, frascos y vasos de vidrio transparente o de color. Estos residuos deben pasar por un proceso de retiro de etiquetas y tapas, lavado y almacenamiento (MMA, s.f.).

- Residuos de Papel

Se reciclan papel blanco de impresora, hojas de cuaderno, boletas, facturas, guías, sobres, libros sin tapa, diarios y revistas, sin importar si está impreso o escrito; pero sin manchas. Estos residuos deben pasar por un proceso de eliminación de etiquetas y tapas, retiro de elementos externos usuales en la papelería como clips, corchetes y cintas adhesivas y almacenamiento (MMA, s.f.).



- Residuos de Latas de Metal (Aluminio y Hojalata)

Se reciclan principalmente latas de bebidas fabricadas de aluminio y tarros de conservas que son fabricados con hojalata. Estos deben pasar por un proceso de eliminación de restos de alimentos, retiro de etiquetas, lavado y secado, disminución del tamaño mediante el aplastado y almacenamiento (MMA, s.f.).

- Residuos de Cartón

Se recicla el Cartón corrugado, cajas de embalaje, cartulinas, papel kraft, cilindros de papel absorbente e higiénico, entre otros. Estos deben pasar por un proceso de eliminación de elementos de otra materialidad como cintas adhesivas, corchetes metálicos, entre otros,

limpieza en caso de manchas o suciedad, reducción del volumen y posterior almacenamiento (MMA, s.f.).

Anexo 2: Información Socioeconómica, geográfica y de distribución territorial.

Información Socioeconómica, geográfica y de distribución territorial que se obtendrá de mediante la visita a los sitios web de las instituciones mencionadas en el punto 2.1.1:

- Población Comunal obtenida desde el Instituto Nacional de Estadística, mediante el último CENSO validado en 2017. Considerando principalmente:
 - Población total de la comuna.
 - Cantidad de viviendas y hogares.
 - Migración
 - Nivel de Escolaridad
 - Empleo
- Gobierno Regional de Los Lagos: Nos otorgará información con respecto a:
 - Presupuesto
 - Fondos Concursables
 - Estrategia Regional de Desarrollo
 - Normativas y reglamentos aplicables
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).
 - Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM): Nos otorgará importante información a través de la Municipalidad de Quemchi referente a:
 - Administración y Finanzas



- Recursos Humanos
 - Educación
 - Salud
 - Social y Comunitaria
 - Desarrollo y Gestión Territorial
 - Caracterización Comunal
 - Género
- Ilustre Municipalidad de Quemchi: A través del sitio web www.muniquemchi.cl podremos obtener datos sobre:
- Presupuesto Comunal
 - Dirección de Desarrollo comunitario (DIDECO), nos otorga información sobre:
 - Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO), financiado por la SUBDERE, cuenta con datos de:
 - Situación Regional y Comunal
 - Situación Geográfica y Político Administrativa
 - Economía Regional
 - Turismo
 - Características Generales del Archipiélago de Chiloé
 - Situación Comunal
 - Características de la población
 - Topografía
 - Conectividad
 - Medios de Comunicación
 - Situación Medioambiental

- Indicadores Demográficos y Socioeconómicos de la comuna.
- Organizaciones Comunitarias existentes en la Comuna de Quemchi

Anexo 3: Detalle de Información requerida para el diagnóstico.

Detalles de información a adquirir según acciones del punto 5.1.2

- Reunión de Coordinación con oficina de Medio Ambiente de la Comuna de Quemchi.
 - Definir plan de trabajo en conjunto y objetivos esperados por la municipalidad.
 - Identificar la información relativa al sistema de recolección, tal como número de sectores de recolección, frecuencia de recolección, distancias entre puntos de recolección y vertedero.
 - Coordinar visitas a instalaciones de descarte y centro de acopio de material valorizable.
- Visita en terreno del vertedero municipal de la comuna de Quemchi.
 - Medición y determinación de vida útil de vertedero de la comuna de Quemchi:
 - La vida útil para el vertedero se determinará según la autorización sanitaria entregada por el Servicio de Salud Regional, además de un cálculo adicional según sus dimensiones y la cantidad de residuos que se está generando y las proyecciones de lo que llegará a vertedero, necesitando, en primera instancia, calcular el volumen de residuos que se transporta a vertedero y la frecuencia de recolección mediante datos

obtenidos por medio de la oficina de Medio Ambiente de la Municipalidad.

- Visita a instalaciones de acopio y distribución de material reciclable.
 - o Medición y determinación de vida útil de centro de acopio:
 - Para esto será necesario realizar una medición en terreno del centro de acopio, y estimar la cantidad de material valorizable que se destinará.

Anexo 4: Metodología de Caracterización

- Determinación de la población actual: Para determinar la población actual se considerarán los datos poblacionales provenientes del Censo realizado el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- Determinación de número de muestras y peso mínimo de la muestra: Según la Norma Chilena 3321,13 sobre Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, cada muestra corresponde a un número de 30 domicilios o 100 kg aproximadamente y la cantidad de muestras depende del área geográfica que se quiere estudiar y se puede determinar de acuerdo con la Tabla N°15 en Anexo 7 la que considera el número de muestras en relación con la cantidad de domicilios existentes donde se realizará la caracterización.
- Toma de Muestras: Sabiendo el número de muestras necesarias y considerando que como mínimo, cada muestra debe tener un peso de 100 kilogramos se procederá con la recolección. Esta recolección de muestras se realizará desde su origen, previo a cualquier recuperación o tratamiento, específicamente, una hora antes de que pase

el camión recolector, para asegurar una muestra con características iguales a las que serían destinadas a disposición final, por valorización y/o descarte.

Para realizar la toma de muestras se establecerá un plan de muestreo, en donde, por normativa (NCh 3321,13) se considerará:

- Duración de las campañas de muestreo: Para cada campaña se desarrollará un plan de muestreo de una semana, para obtener una representación de la generación semanal de los residuos, de acuerdo con la frecuencia de recorrido del servicio de recolección municipal. Las muestras recolectarán, siempre de los mismos domicilios.
- Se dividirá la población a muestrear según cuadrantes de trabajo, siguiendo la trayectoria y días de recolección del camión recolector.
- Para los sectores aislados y los diversos archipiélagos pertenecientes a la comuna, se realizará un retiro programado, según el recorrido que se realiza en barcasas financiadas por la municipalidad.
-

Anexo 5: Clasificación detallada de Residuos Sólidos (NCh 3321,13)

Tabla N°14: *Componentes Caracterizados en los Residuos Sólidos.*

Clasificación General	Clasificación detallada
Papel, cartón y productos del papel	Papel Blanco Diarios Revistas Papel Kraft Otros papeles Cartones para bebida Otros cartones Pulpa moldeada Dúplex (envases de remedios, cajas detergentes, cereales, té, alimentos)
Textiles	Envases y embalajes

	Otros textiles
Plásticos	Envases PET Envases PEAD HDPE Envases PVC Envases PEBD LPDE Envases PP Envases PS PVC Otros plásticos rígidos Otros plásticos flexibles
Vidrio	Envases transparentes Envases cafés Envases verdes Otros envases de vidrio Otros vidrios
Metales	Envases de Hojalata Envases de aluminio Envases de otros metales Otros metales ferrosos Otros metales de aluminio Otros metales
Materia Orgánica	Residuos de alimentos Residuos de jardín y poda Otros residuos orgánicos
Residuos Voluminosos	Mueblería Otros residuos de madera Otros residuos voluminosos
Otros	Residuos de la construcción Residuos eléctricos y electrónicos Baterías y pilas Huesos y cuescos Cerámicas Gomas y cueros Papeles y celulosa sanitaria (pañales, papel higiénico, servilletas, papel desechable, etc.) Otros.

Fuente: Norma Chilena NCh 3321 "Caracterización de Residuos Municipales, 2013".

Anexo 6: Centro de Acopio.

Centro de Acopio: La formalización de un centro de acopio permitirá tener un lugar destinado exclusivamente al almacenamiento y pretratamiento de residuos, que deberá contar con tecnología que permita una adecuada valorización y/o entrega a la empresa encargada.

Estas tecnologías deben ser enfocadas principalmente a la optimización del volumen de material, considerando la trituración y aplastado. Por otro lado, será necesario considerar la limpieza y extracción de materiales no valorizables que puedan llegar al centro de acopio, tanto por composición de los residuos, como la posibilidad de errores en la separación previa. Para los residuos que no sean recibidos por empresas de valorización, será necesario analizar alternativas, dentro de estos encontramos los residuos orgánicos, estos tendrán que ser tratados por separado y se tendrán que analizar los tratamientos individuales que se puedan practicar en origen, como los tratamientos comunitarios, que contemplan una extracción posterior a la separación en origen.

Anexo 7: Número de Muestras para Caracterización.

Estimación de la cantidad de muestras según NCh N°3321, 2013.

Tabla N°15: Estimación de la cantidad de muestras según el número de domicilios a muestrear.

Población a muestrear (número domicilios)	Número de muestras (de 30 domicilios cada una)
Hasta 600	2
601 - 900	3
901 - 1200	4
1201 - 1600	5
1601 - 2000	6
2001 - 2500	7
2501 - 3000	8
3001 - 3700	9
3701 - 4500	10
4501 - 5500	11
5501 - 6500	12
6501 - 7500	13

7501 - 8500	14
8501 - 9500	15
9501 - 11000	16
11001 - 12500	17
12501 - 14000	18
14001 - 15500	19
15501 - 17000	20
17001 - 18500	21
18501 - 20000	22
20001 - 21500	23
21501 - 23000	24
23001 - 24500	25
24501 - 26000	26
26001 - 27500	27
27501 - 29000	28
29001 - 30500	29
30501 - 32000	30

Fuente: Norma Chilena NCh 3321 "Caracterización de Residuos Municipales, 2013".

Anexo 8: Empresas Gestoras de la zona

La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo entrega un listado completo de las distintas empresas gestoras existentes en la provincia de Chiloé.

Tabla 16: Empresas gestoras de materiales valorizables presentes en la provincia de Chiloé.

Empresa	Material Valorizable	Ubicación
Centro integral de reciclaje y servicios spa	Fierros (chatarra), latas, cartón, metales valorizables (cobre, aluminio o similares), plásticos no peligrosos.	Castro
Chiloé punto verde	Cartón, nylon, vidrio, latas de aluminio, plástico PET, polipropileno y polietileno	Castro
Víctor Arriagada	Chatarra, latas, plásticos PET 1, papel y cartón.	Ancud
Empresa fierros Chiloé	Reciclaje no peligrosos	Castro
Excedentes industriales Jaime Eirl	Reciclaje no peligrosos	Castro

Greenspot spa	Picado, triturado y generador de pellets plásticos	Puerto Montt
Plásticos del sur spa	Reciclaje no peligrosos: papel, cartón, plásticos.	Dalcahue
Municipalidad de Dalcahue	Vidrios, papeles, cartones, plásticos considerados no peligrosos	Dalcahue
Recollect spa	Poliestireno expandido, polipropileno y polietileno	Puerto Montt
Recollect spa	Poliestireno expandido	Dalcahue
Resiter industrial sa	Plásticos, aluminio, maderas, papeles y cartones	Dalcahue
Sodimac triciclos sa	Papel blanco, cartones, tetrapack, pet, pebd, pp, ps, aluminio y otros metales no peligrosos	Castro
Rendering chile limitada	Recepción, almacenamiento, tratamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en aceite comestible vegetal usado generados por terceros	Lampa, RM

Fuente: SUBDERE.

Anexo 9: Instrumento de Percepción.



INSTRUMENTO DE PERCEPCIÓN SOBRE RECICLAJE Y HÁBITOS DE CONSUMO

Marque con una X la opción que considere correcta. Esta encuesta es anónima, por lo que se solicita su mayor sinceridad al momento de responder.

1.- ¿A usted le parece importante que se reciclen los envases y embalajes, como las botellas plásticas y de vidrio, las latas de bebidas, los envases de yogurt, las cajas de leche, las bolsas plásticas?

- Sí, es muy importante
 Sí, es lo correcto
 Me da lo mismo
 Hay cosas mucho más importantes
 No sabe

2.- ¿Usted separa residuos en su casa con el fin de reciclarlos?

- Si
 No

3.- En caso que NO: ¿Cuál es la principal razón de no separar los residuos reciclables?

- No tengo tiempo para eso
 Me da lata hacerlo

- No tengo espacio para acopiarlos en la casa
- No corresponde a mi hacerlo, qué otros los separen
- No sé dónde entregarlos
- No hay lugares cercanos donde entregarlos
- Otro

4.- En caso que SI: ¿Cuáles residuos reciclables se separa en su casa?

- Papel
- Cajas de cartón
- Botellas de vidrio
- Botellas de plástico
- Bolsas plásticas
- Cajas de leche, vino y/o jugos (“Tetra Pak”)
- Tarros o conservas (de hojalata)
- Latas de bebidas o cerveza (de aluminio)
- Otros

5.- En caso que SI: ¿Dónde o a quién los entrega?

- Centro de reciclaje de la Municipalidad (= puntos verdes)
- Recolector o “Cartonero” que pasa por mi casa
- Local comercial que me lo compra
- Los dispongo en sacos y los lleva la recolección diferenciada
- Otro

6.- ¿Hay lugares de entrega para los residuos reciclables en la cercanía de su casa?

- Sí, puedo ir a pie
- Sí, pero debo ir en auto
- No, no hay lugares cerca
- No sabe

7.- ¿Y para cuáles residuos hay lugares de entrega cercanos? (Marque una o más opciones)

- Papel y cartón
- Botellas de vidrio
- Botellas de plástico
- Bolsas plásticas
- Cajas de leche, vino y/o jugos (“Tetra Pak”)
- Tarros o conservas (de hojalata)
- Latas de bebidas o cerveza (de aluminio)
- Otros

8.- ¿Estaría dispuesto separar los envases y embalajes en su casa y llevarlos a un punto para su reciclaje, si hubiese suficientes lugares de entrega en la cercanía de su casa?

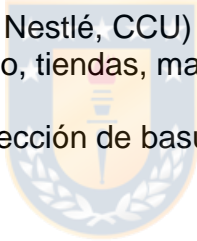
- Sí, los llevaría a pie
- Sí, los llevaría en auto
- Sí, pero sólo si me pagan algo o contra algún beneficio
- No, no tengo tiempo para eso
- No, no me corresponde
- No, no tengo espacio
- No sabe

9.- En caso que SI: ¿Hasta qué distancia le parece aceptable llevarlos a pie?

- 1 cuadra (=100m)
- 3 cuadras (=300m)
- 5 cuadras (=500m)
- 10 cuadras (=1km)

10.- ¿Quién cree usted debe ser el responsable de reciclar los envases y embalajes de los productos que utilizamos diariamente? Es decir: ¿Quién debe implementar sistemas de recolección y reciclaje a lo largo del país?

- El Gobierno
- El Municipio
- Los productores (p.ej. Coca Cola, Nestlé, CCU)
- Los comercios (p.ej. supermercado, tiendas, mall)
- El consumidor ("Usted")
- Las empresas de reciclaje o recolección de basura
- Otro
- No sabe



11.- ¿Siente usted que tiene responsabilidad de lo que desecha una vez que los artículos han terminado su vida útil?

- Si
- Más o menos
- No
- No sabe

Anexo 10: Resultados de Instrumento de percepción: Reciclaje y Hábitos de consumo.

Pregunta N°1: ¿A usted le parece importante que se reciclen los envases y embalajes, como las botellas plásticas y de vidrio, las latas de bebidas, los envases de yogurt, las cajas de leche, las bolsas plásticas?

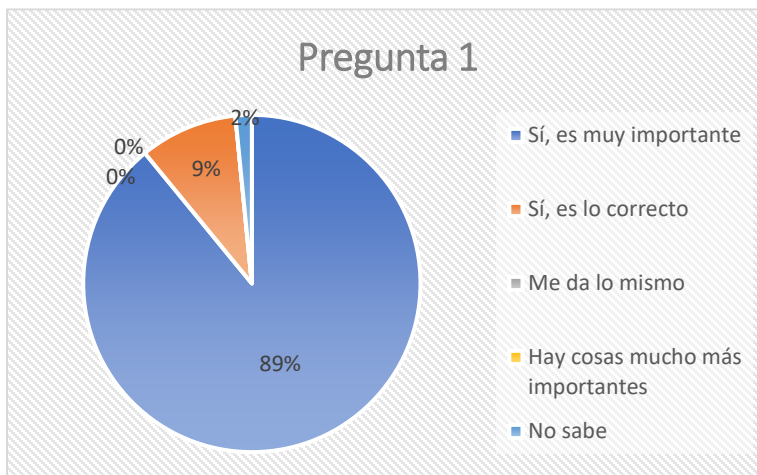


Figura 14: Resultados para pregunta número 1 de instrumento de percepción.
Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°2: ¿Usted separa residuos en su casa con el fin de reciclarlos?

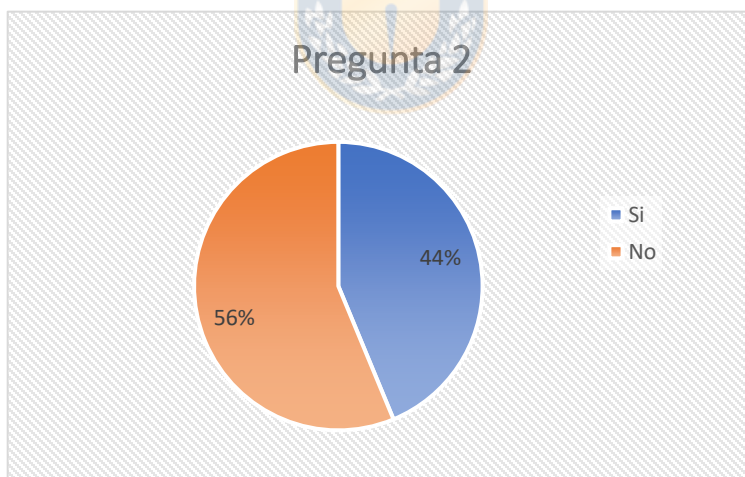


Figura 15: Resultados para pregunta número 2 de instrumento de percepción.
Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°3: En caso que NO: ¿Cuál es la principal razón de no separar los residuos reciclables?

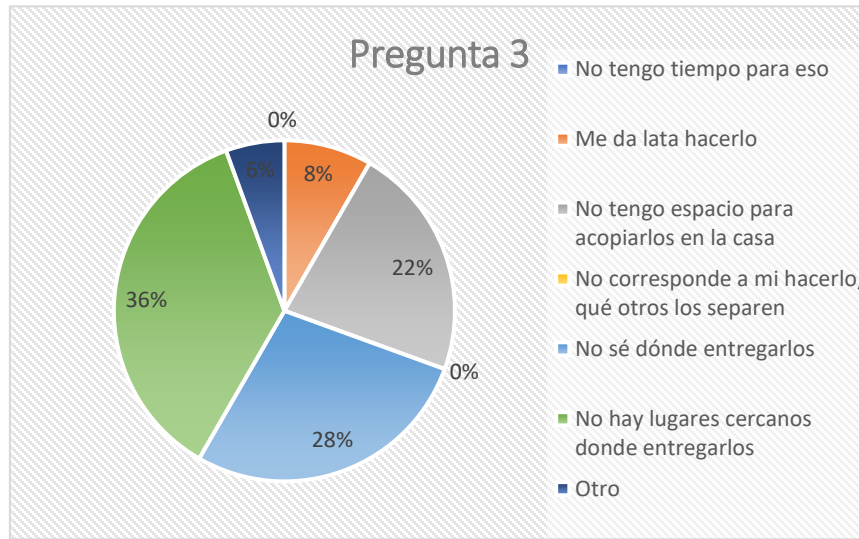


Figura 16: Resultados para pregunta número 3 de instrumento de percepción.
Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°4: En caso que SI: ¿Cuáles residuos reciclables se separa en su casa?

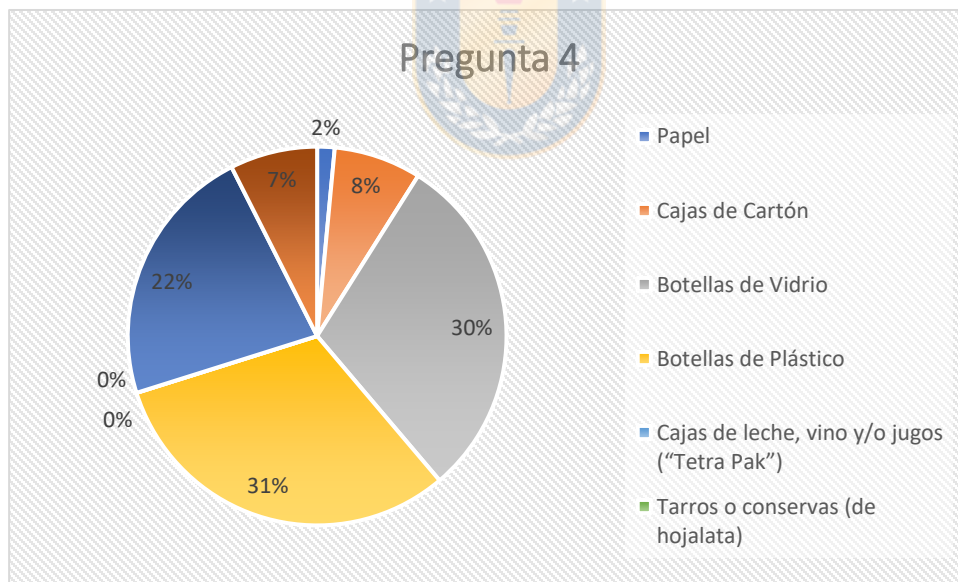


Figura 17: Resultados para pregunta número 4 de instrumento de percepción.
Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°5: En caso que Sí: ¿Dónde o a quién los entrega?

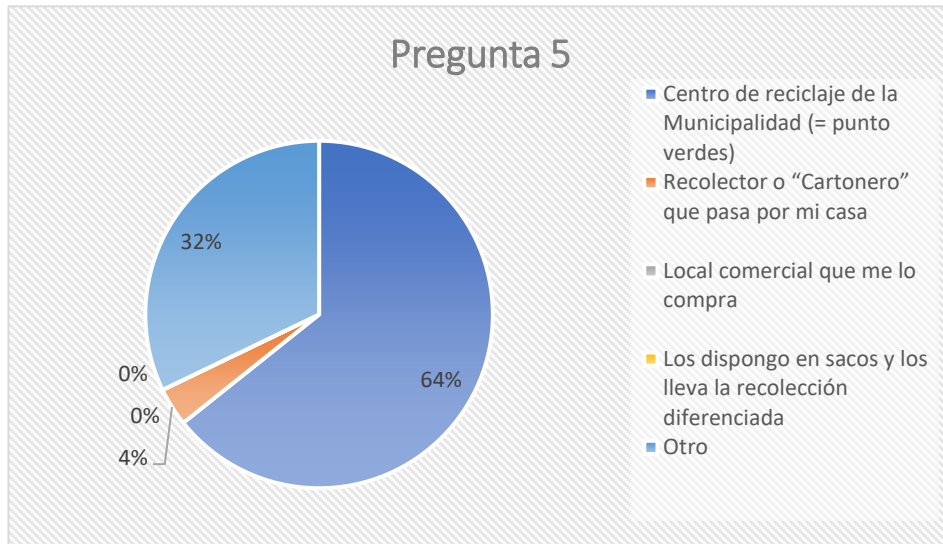


Figura 18: Resultados para pregunta número 5 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°6: ¿Hay lugares de entrega para los residuos reciclables en la cercanía de su casa?

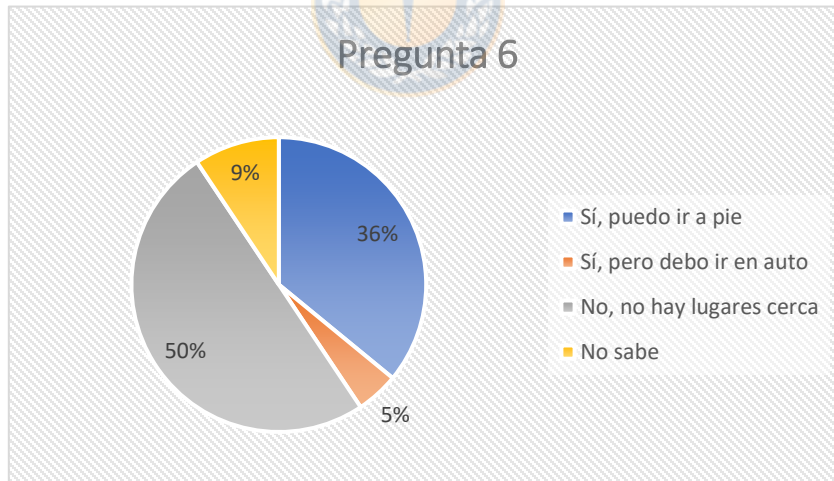


Figura 19: Resultados para pregunta número 6 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°7: ¿Y para cuáles residuos hay lugares de entrega cercanos? (Marque una o más opciones)

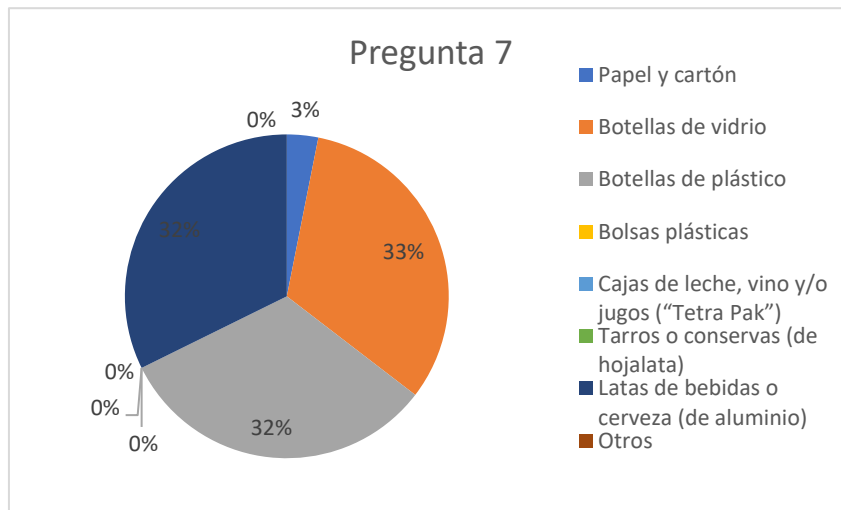


Figura 20: Resultados para pregunta número 7 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°8: ¿Estaría dispuesto separar los envases y embalajes en su casa y llevarlos a un punto para su reciclaje, si hubiese suficientes lugares de entrega en la cercanía de su casa?

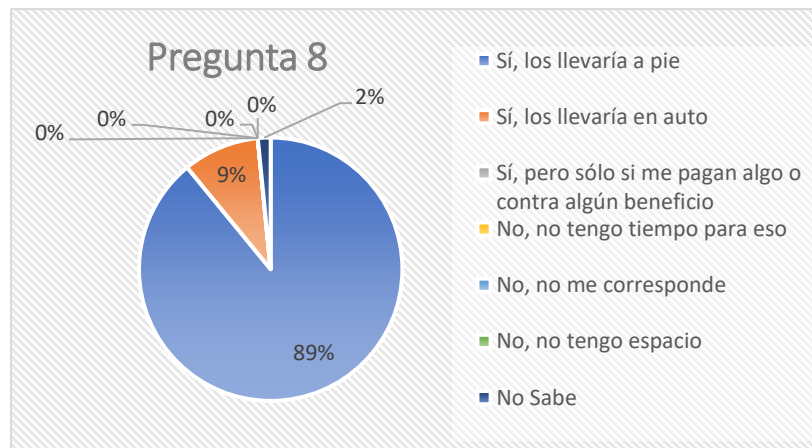


Figura 21: Resultados para pregunta número 8 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°9: En caso que Si: ¿Hasta qué distancia le parece aceptable llevarlos a pie?

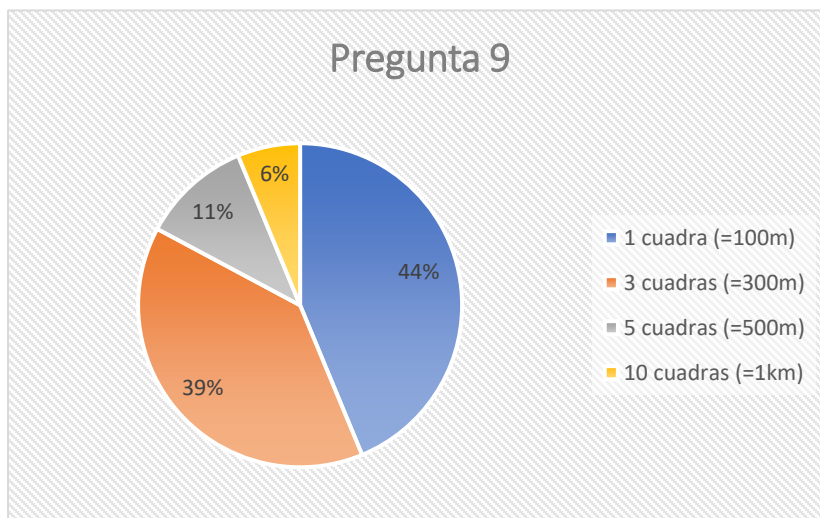


Figura 22: Resultados para pregunta número 9 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°10: ¿Quién cree usted debe ser el responsable de reciclar los envases y embalajes de los productos que utilizamos diariamente? Es decir: ¿Quién debe implementar sistemas de recolección y reciclaje a lo largo del país?

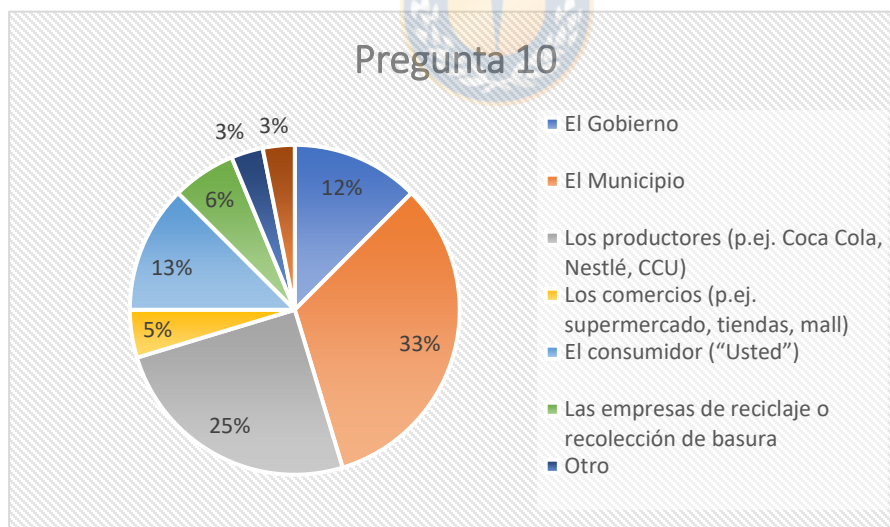


Figura 23: Resultados para pregunta número 10 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.

Pregunta N°11: ¿Siente usted que tiene responsabilidad de lo que desecha una vez que los artículos han terminado su vida útil?

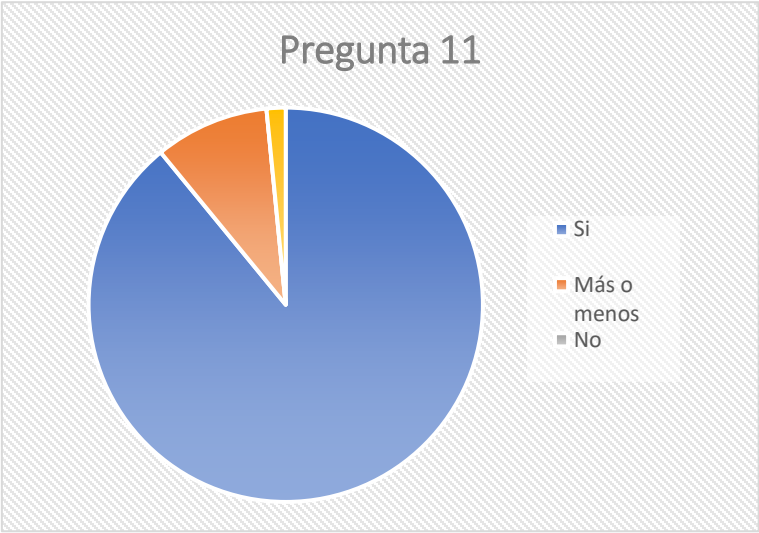


Figura 24: Resultados para pregunta número 11 de instrumento de percepción.

Fuente: Elaboración propia mediante software Excel Microsoft 365.



Anexo N°11: Registro Fotográfico de la realización de las actividades:

- Retiro de residuos en sectores Insulares:



Imagen: Traslado de Camión recolector en Barcaza Municipal

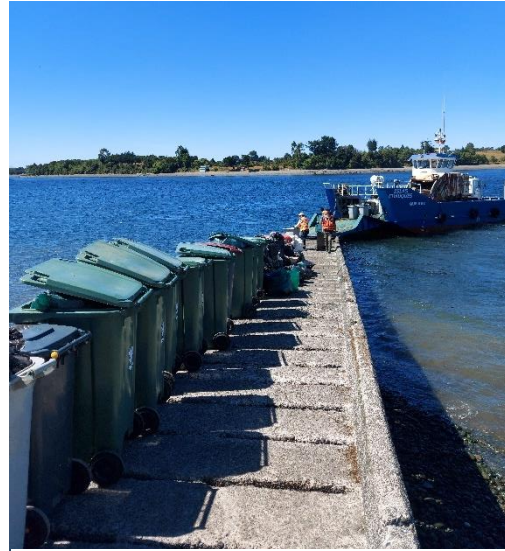


Imagen: Disposición de residuos en rampla de acceso a Isla Mechuque.

- Caracterización de Residuos Sólidos Municipales



Imagen: Retiro de residuos en Isla Mechuque para posterior clasificación.



Imagen: Traslado de Residuos desde sectores insulares para posterior clasificación.





Imagen: Tamaño de las muestras en sector Insular, previo a su clasificación



Imagen: Clasificación según tipo de residuo en centro de acopio municipal.

Quemchi: realizan una caracterización de los residuos

Esperan que los resultados de la tesis que realiza un alumno universitario permitirá adecuar el plan comunal.

Carolina Larenas Faúndez
carolina.larenas@laestrella.cl

Adecuar el plan de recolección de residuos a la realidad de la comuna permitirá el estudio de caracterización que se realiza en Quemchi como parte de un convenio entre el municipio y la Universidad de Concepción.

El tesista de Ingeniería Ambiental Jairo Zapata está realizando esta investigación con apoyo de la Oficina de Medio Ambiente del consistorio, ya que el estudio considera el traba-

jo con cuatro sectores de la comuna: norte, sur, urbano e insular.

De acuerdo a lo explicado por el encargado de la repartición municipal, Víctor Guaquín, en cada uno de ellos se determinó un número de familias para la muestra, las que participan de esta investigación separando la basura que producen, la que es posteriormente retirada para ser analizada.

"Como parte del convenio que el municipio tiene con la Universidad de Concepción hemos recibido a distintos profesionales pa-

ra prácticas y tesis y en ese marco se está trabajando con un alumno tesista que toma el plan de manejo de los residuos de la comuna y uno de los puntos de la investigación es la caracterización", afirmó el funcionario.

120

familias de distintos sectores están participando de este análisis.



DIÁLOGO CON LOS VECINOS QUE PARTICIPAN DEL ESTUDIO.

Actualmente, el joven oriundo de Tomé en conjunto con los funcionarios municipales se encuentran trabajando en el último sector que forma parte de la muestra: el insular.

"Se determinaron 30 casas por cada sector. Primero, se va a hablar con los vecinos para pedirle participar de esta caracte-

rización; después, se entregan las bolsas en los que ellos deben poner sus residuos orgánicos, los generales, los del baño y también se consideró a los relacionados con el covid como las mascarillas", expuso Guaquín.

Además, mencionó que "con esto vamos a saber qué tipo de basura se está

produciendo y adecuar el plan a la realidad comunal, ya que esta es la primera vez que se realiza un estudio de estas características en la comuna".

Para antes que finalice este semestre se espera contar con la información que entregue este proyecto de tesis del alumno de la Región del Biobío.

Imagen: Nota realizada por Diario la Estrella de Chiloé, "Quemchi: realizan una caracterización de residuos. Febrero 15, 2021

- Disposición Final:



Imagen: Vertedero Municipal. Funcionamiento inadecuado de vertedero.



Imagen: Vertedero Municipal. Adecuación de vertedero Municipal.

- Avances del proyecto:



Imagen: Instalación de Puntos Verdes en sectores Insulares.

Imagen: Funcionamiento de Centro de Acopio.

- Visita de Ministra del Medio Ambiente



Imagen: Visita de Ministra de Medio Ambiente a Centro de Acopio Municipal.