

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y  
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ACEITES VEGETALES USADOS EN  
LOS ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIO DE ALIMENTOS, A  
TRAVÉS DE LA GENERACIÓN DE BIODIESEL, COMUNA DE SAN  
NICOLÁS, REGIÓN DE ÑUBLE, CHILE**

**JONATHAN ALEJANDRO CONTRERAS MOLINA**

HABILITACIÓN PROFESIONAL  
PRESENTADA A LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL

**CHILLÁN-CHILE**

**2023**

**PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANEJO Y  
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ACEITES VEGETALES USADOS EN  
LOS ESTABLECIMIENTOS DE EXPENDIO DE ALIMENTOS, A  
TRAVÉS DE LA GENERACIÓN DE BIODIESEL, COMUNA DE SAN  
NICOLÁS, REGIÓN DE ÑUBLE, CHILE.**

Aprobado por:

José Fernando Reyes Aroca  
Ingeniero Civil Metalúrgico, Dr.  
Profesor Asociado

---

Profesor Guía

Marta Solís Moncada  
Ingeniera Ambiental  
Evaluador Externo

---

Profesor Co - Guía

Wilson Esquivel Flores  
Ingeniero Civil Mecánico, Dr.  
Profesor Asistente

---

Profesor Asesor

Christian Correa Farias  
Ingeniero Civil Agrícola, Dr.  
Profesor Asistente

---

Director de Departamento

María Eugenia González Rodríguez  
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.  
Profesor Asociado

---

Decana

**Propuesta de Sistema de Gestión para el manejo y Disposición Final de los Aceites Vegetales Usados en los Establecimientos de Expendio de Alimentos, a través de la generación de biodiesel, Comuna de San Nicolás, Región de Ñuble, Chile.**

**RESUMEN**

**Palabras claves:** Aceite Vegetal Usado (AVU), gestión de AVU, gestores de residuos autorizados, biodiesel, reciclaje, valorización de residuos.

El presente proyecto tuvo como objetivo analizar la situación actual que se presenta en la Comuna de San Nicolás, Región de Ñuble, con respecto a la gestión de aceites vegetales usados (AVU) y como se aborda su manejo y disposición final para la generación de biodiesel. Para conocer el contexto actual sobre la generación de AVU se realizó una encuesta sobre el consumo, manejo y disposición final del aceite a los establecimientos de expendio de alimentos (EEA) en el límite urbano de la comuna, además de consultar fuentes de información primaria, como el Plan de Desarrollo Comunal de la comuna, base de datos de la municipalidad y constante comunicación con la encargada del medio ambiente. Posteriormente se realizó una investigación con respecto a los principales gestores de AVU autorizados en el país que generan este biocombustible, para finalmente proponer un sistema de gestión

para el correcto manejo y disposición final del AVU, entregando capacitación, sellos de buen manejo y disposición, entre otros. Dentro de algunos resultados se puede observar que se generan cerca de 3.206 kg de AVU anuales con potencial de ser valorizado a biodiesel y se encuentran 4 empresas gestoras autorizadas para tratar este residuo. Dando finalizada esta investigación se propone un sistema de gestión para el correcto manejo y disposición final de AVU.

**Proposal for a Management System for the management and Final Disposal of Used Vegetable Oils in Food Outlets, through the generation of biodiesel, San Nicolás Commune, Ñuble Region, Chile.**

**ABSTRACT**

**Key words:** Used Vegetable Oil (UVO), UVO management, authorized waste managers, biodiesel, recycling, waste recovery.

The objective of this project was to analyze the current situation in the Commune of San Nicolás, Ñuble Region, with respect to the management of used vegetable oils (UVO) and how they are handled and disposed of for the generation of biodiesel. In order to know the current context regarding the generation and disposal of used vegetable oil, a survey on the consumption, handling and final disposal of the oil was conducted in the food service establishments (FSE) in the urban limit of the commune, in addition to consulting primary information sources, such as the communal development plan of the commune, the database of the municipality and constant communication with the person in charge of the environment. Subsequently, an investigation is carried out regarding the main authorized UVO managers in the country that generate this biofuel, to finally propose a management system for the correct handling and final disposal of the UVO, providing training, good

handling, and disposal seals, among others. Among some of the results, it can be observed that about 3,206 of AVU are generated annually with the potential to be valorized into biodiesel and there are 4 management companies authorized to treat this waste. At the end of this research, a management system for the correct handling and final disposal of AVO is proposed.

## ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. OBJETIVOS .....	14
2.1. Objetivo general .....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
3. ANTECEDENTES GENERALES .....	15
3.1. Aceite vegetal usado y biodiesel .....	15
3.1.1. Aceite vegetal (AV).....	15
3.1.2. Aceite vegetal usado o aceite de cocina usado (AVU o ACU) .....	16
3.1.3. Biodiesel a partir de AVU .....	16
3.2. Problemática por mal manejo y disposición final del aceite vegetal usado.....	17
3.3. Sistema de gestión de residuos .....	19
3.4. Gestión internacional y nacional de aceite vegetal usado .....	20
3.5. Normativa vigente en Chile .....	24
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	28
5. METODOLOGÍA .....	31
5.1. Diagnóstico territorial sobre gestión de AVU en la comuna de San Nicolás.....	31
5.2. Identificación de empresas recolectoras de AVU para la generación biodiesel. ....	32
5.3. Propuesta de sistema de gestión para el manejo y tratamiento de aceites vegetales usados .....	33
6. RESULTADOS.....	33

6.1. Diagnóstico sobre manejo y disposición final de AVU en la comuna de San Nicolás .....	33
6.1.1. Tabulación de datos de la encuesta.....	34
6.1.2. Tabla de aspectos e impactos Ambientales .....	46
6.2. Identificación y caracterización de empresas gestoras de AVU en Chile .....	47
6.3. Propuesta de sistema de gestión .....	53
6.3.1. Objetivo .....	54
6.3.2. Alcance .....	54
6.3.3. Referencias Normativa.....	55
6.3.4. Diseño de la propuesta de sistema de gestión.....	56
6.3.5. Propuesta de capacitación para el buen manejo y disposición final de los aceites vegetale usados. ....	57
6.3.6. Propuesta de gestor de AVU para los EEA, a través de la generación de biodiesel en el límite urbano de la comuna de San Nicolás. ....	61
7. CONCLUSIONES .....	64
8. BIBLIOGRAFÍA .....	66
9. ANEXO.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Experiencia internacional y nacional sobre gestión de AVU .....	21
Tabla 2: Normativa ambiental vigente en Chile .....	24
Tabla 3: Resultados obtenidos de la pregunta 1 .....	35
Tabla 4: Resultados obtenidos de la pregunta 2 .....	35
Tabla 5: Resultados obtenidos de la pregunta 3 .....	38
Tabla 6: Resultados obtenidos de la pregunta 4 .....	39
Tabla 7: Resultados obtenidos de la pregunta 5 .....	40
Tabla 8: Resultados obtenidos de la pregunta 6 .....	41
Tabla 9: Resultados obtenidos de la pregunta 7 .....	42
Tabla 10: Resultados obtenidos de la pregunta 8 .....	43
Tabla 11: Resultados obtenidos de la pregunta 9 .....	44
Tabla 12: Tabla de aspectos e impactos ambientales .....	46
Tabla 13: Partes interesadas del sistema de gestión de AVU .....	55
Tabla 14: Propuesta de sensibilización y capacitación con respecto al buen manejo y disposición final de los AVUs a los EEA de la comuna .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de transesterificación para la producción de biodiesel ....	16
Figura 2: Valorización de residuos sólidos municipales por tipo, 2019.....	20
Figura 3: Localización de la comuna de San Nicolás y limite urbano .....	29
Figura 4: Límite urbano de San Nicolás.....	30
Figura 5: Diagrama de la metodología propuesta para dar respuesta a los objetivos .....	31
Figura 6: Gráfico sobre la cantidad EEA encuestados que utilizan aceite para la elaboración de alimentos .....	35
Figura 7: Gráfico sobre la cantidad de aceite vegetal que utilizan los locales encuestados .....	36
Figura 8: Gráfico de como eliminan los aceites vegetales usados los locales encuestados después de ser utilizado para freír .....	38
Figura 9: Gráfico del conocimiento de los establecimientos encuestados con respecto a la mala disposición de los AVUs .....	39
Figura 10: Gráfico con relación al conocimiento de la normativa para vertimiento y límites de aceite en los cuerpos de agua y alcantarillados.....	40
Figura 11: Gráfico del conocimiento que tienen los locales de comida acerca de los productos que se pueden generar con el AVU.....	41
Figura 12: Gráfico con respecto al conocimiento que tienen los locales de comida sobre que es biodiesel y para que se utiliza.....	42
Figura 13: Gráfico sobre la disponibilidad que tiene los locales de comida para entregar el AVU para la elaboración de biodiesel.....	43
Figura 14: Gráfico sobre el método de recolección que más les acomoda a los locales de comida para entregar el aceite vegetal usado .....	44
Figura 15: Proceso de gestión del AVU para la generación de biodiesel ....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

Recientemente, los precios del petróleo han estado estableciendo un récord en la historia debido a la fuerte dependencia del petróleo como una fuente importante de combustible para el transporte y la generación de electricidad. Por otro lado, la explotación de estos recursos energéticos convencionales es también una razón del calentamiento global, que debe abordarse mediante la adopción de fuentes de energía alternativas (Canesiny Oliveria, 2014, como se citó en Sahar et al., 2018). La producción de biodiésel a partir de aceite de cocina usado (ACU) o Aceite vegetal usado (AVU) se ha convertido en una estrategia económica y ambiental para ayudar a abordar los desafíos mundiales de energía renovable y contribuir a una sociedad sostenible (Chen et al., 2021). Además, el costo de los aceites usados es mucho menor que las materias primas de primera generación que los hacen más adecuados para la producción de biodiesel. El ACU también es una materia prima más económica que las materias primas de segunda y algunas de tercera generación como *jatropha*, *karanja*, *mahua*, *algas*, etc. (Singh et al., 2021).

Sumado a esto, el aceite vegetal resulta imprescindible en las cocinas de la mayoría de las viviendas y unidades económicas para fritar alimentos, por lo que su consumo es continuo y así mismo los residuos contaminantes se generan en mayor abundancia (Solarte & Vargas, 2013). Existiendo una opción potencial para la sostenibilidad de producir biodiésel utilizando el exceso de aceite de cocina usado disponible en el país, que de lo contrario es

una carga ecológica (Khan et al., 2021a). También hay que tener en cuenta que una adecuada gestión del aceite vegetal usado (AVU) radica en los efectos que se pueden llegar a producir tras una incorrecta eliminación, en primera instancia puede afectar el sistema de alcantarillado producto de taponamiento, puede generar malos olores y proliferación de bacteria; en el caso que estos alcancen un cuerpo de agua, debido a su menor densidad forman una película que dificulta el paso de la luz e intercambio de oxígeno con el aire, alterando la vida marina que este cuerpo sustenta; puede llegar a afectar la salud de las personas, ya que existen privados que recolectan este residuo y lo reintroducen en el mercado como aceite comestible o como insumo para elaborar alimento para animales, transgrediendo los cuerpos normativos que regulan este punto (Bravo, 2019). Sin embargo, hay que tener en cuenta que la minimización del vertimiento inadecuado de los residuos de aceite generados requiere también concienciación y sensibilización, lo cual puede ser posible llevando a cabo un estudio en una muestra selecta unidades económicas acerca de su consumo de aceite y de su disponibilidad para ayudar con la recolección de este (Solarte & Vargas, 2013). Debido a estos problemas, este trabajo tiene el objetivo de crear una propuesta de sistema de gestión (SG) para el buen manejo y disposición final los aceites vegetales usados en los establecimientos de expendio de alimentos (EEA), a través de la generación de biodiesel, en el límite urbano de la Comuna de San Nicolás, en donde se presenta en primera instancia un diagnóstico de como actualmente se manejan y dispones los AVUs en el límite urbano de la Comuna

de San Nicolás, sumado a una investigación y caracterización de las principales empresas gestoras del país, que se dedican a la recolección de los AVUs para valorizarlo en la generación de biodiesel, todo esto con la finalidad de realizar una propuesta de sistema gestión hacia los establecimientos de expendio de alimentos en el límite urbano de la Comuna de San Nicolás enfocado en el buen manejo y disposición final del AVU, para así aprovechar la oportunidad de darle una mejor disponibilidad a este residuos y mitigar varios aspectos ambientales negativos que este genera.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Proponer un sistema de gestión para el correcto manejo y disposición final del aceite vegetal usado, a través de la generación de biodiesel, para los establecimientos de expendio de alimentos (EEA) en el límite urbano de la comuna de San Nicolás, Región de Ñuble, Chile.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico sobre el consumo de aceite vegetal, generación y manejo del AVU en los establecimientos de expendio de alimentos en el límite urbano de la Comuna de San Nicolás.
- Identificar y caracterizar los principales gestores de aceite vegetal usado para la generación de biodiesel a nivel nacional.
- Proponer un Sistema de gestión que involucre acciones para un correcto manejo y disposición final de aceites vegetales usados a través de la generación de biodiesel, para los establecimientos de expendio de alimentos en el límite urbano de la Comuna de San Nicolás.

### **3. ANTECEDENTES GENERALES**

#### **3.1. Aceite vegetal usado y biodiesel**

##### **3.1.1. Aceite vegetal (AV)**

Según la Real Academia Española el aceite es “m. Líquido graso que se obtiene de frutos o semillas, como cacahuetes, algodón, soja, nueces, almendras, linaza, ricino o coco, y de algunos animales, como la ballena, la foca o el bacalao. Aceite de girasol, de maíz, de hígado de bacalao” (Real Academia española, 2022). Químicamente, los aceites y las grasas son lípidos simples formados por glicéridos: ésteres glicéricos de los ácidos grasos (Reyes, 2018). El aceite vegetal es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. Algunos no son aptos para consumo humano, como el de algodón y otros (Márquez, 2013). Según el artículo 251 del Decreto 977 del MINSAL los “Aceites comestibles de origen vegetal son los obtenidos de los siguientes frutos o sus partes o de semillas oleaginosas: algodón, cártamo, girasol o maravilla, germen de maíz, maní o cacahuate, oliva, pepa de uva, raps o colza, sésamo o ajonjolí, soja o soya, avellana Chilena, arroz, pepa de tomate, germen de trigo, linaza, mosqueta, palta y otros autorizados por el Ministerio de Salud, los que deberán ser de consistencia fluida a la temperatura de 15°C”.

### 3.1.2. Aceite vegetal usado o aceite de cocina usado (AVU o ACU)

Una parte importante de estos aceites se utilizan en el proceso de fritura, consistente en introducir un alimento en un baño de aceite caliente a temperaturas elevadas (150 – 200°C), donde el aceite actúa como transmisor de calor (González I. & González J., 2015). El agua, que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite, aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento. La hidrólisis genera un aceite de baja calidad con un punto de humo más bajo, un color más oscuro y un sabor alterado (Reyes, 2018).

### 3.1.3. Biodiesel a partir de AVU

El biodiésel es un combustible alternativo al diésel de petróleo, es un producto biodegradable, no tóxico y menos perjudicial para el ambiente en comparación con el diésel de petróleo. Este combustible es una mezcla de metil ésteres de ácidos grasos (FAME, por sus siglas en inglés), obtenidos de recursos renovables, como los aceites vegetales y las grasas animales (Diaz et al. 2009, Ibetto et al. 2011, como se citó en Tacias et al., 2016).

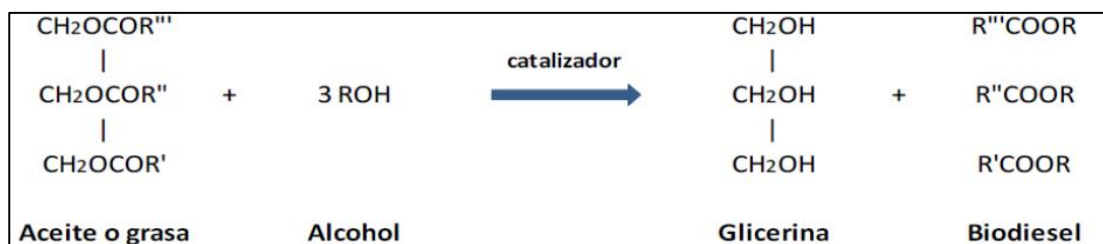


Figura 1: Proceso de transesterificación para la producción de biodiesel

Fuente: Organic Chemistry L. G. Wade, Junior. Third Edition, como se citó de Reyes, 2018

Como se observa en la figura 1 el biodiésel es obtenido por transesterificación de triglicéridos, constituyentes principales de los aceites vegetales y grasas animales, con un alcohol de cadena corta (metanol, principalmente), en presencia de un catalizador adecuado (Tacias et al., 2016).

### **3.2. Problemática por mal manejo y disposición final del aceite vegetal usado**

La gestión de aceites residuales que se descartan de manera inadecuada genera contaminación de agua y suelos (contaminación ambiental), representan una pérdida enorme de recursos tanto materiales como energéticos (Márquez, 2013). Iñigo Gonzáles y José Antonio Gonzáles 2015, explican que esta sustancia al entrar en los cuerpos de aguas se esparcen por la superficie reduciendo la oxigenación a través de la interface aire- agua y la actividad fotosintética, debido a la alta DQO de estos aceites (3.400.000 mgO<sub>2</sub>/litro), o sea comparado con los 600 o 700 mgO<sub>2</sub>/litro que presenta un agua residual de un sistema de tratamientos de aguas servidas debido a las aguas residuales que circulan por las alcantarillas , el aceite contiene hasta 5.000 veces más carga contaminante. Bravo (2019) y Gioia (2013), concluyen en que una mala disposición de estos aceites vegetales usados radica en complejos efectos que pueden ocurrir en su medio receptor, como primer problema es que al verterlos por las cocinas o los baños este puede afectar el sistema de desagües y alcantarillado ya que este se puede solidificar y provocar taponamientos que conlleva a obstrucción de los sistemas de

tratamiento, también genera malos olores que atrae a vectores y ayuda a la proliferación de bacterias y otros patógenos. En el caso de que lleguen a los cuerpos de agua puede crear una capa de aceite debido a su menor densidad, impidiendo el traspaso de oxígeno y aire, lo que puede alterar la vida acuática, lo mismo al verterlo al suelo, ya que destruye el humus vegetal y disminuye la fertilidad (Bravo, 2019; Gioia, 2015). Además, estos aceites al disponerse directamente en los basureros, contribuye a la generación de lixiviados (Solarte & Vargas, 2013), por lo que es muy necesario gestionar y disponer de la mejor forma posible los AVUs.

A lo largo de los últimos años, la mayoría de los países han registrado el mal uso y disposición final acerca de los aceites vegetales usados. Esta problemática ha generado el aumento de la contaminación ambiental a nivel mundial (Pozo, 2022). Chile no es la excepción y se estima que al año se desperdician unos 40 millones de litros de aceite, lo que equivaldría a pérdidas sobre los US\$ 130 millones por costos asociados a la contaminación que produce su eliminación vía desagüe (Nodo Tecnológico, 2013, como se citó en Caneo, 2016). Por otro lado, Cuando el aceite es sometido a temperaturas elevadas y repetidas veces, se generan las dioxinas, unos combinados químicos que además de reducir el colesterol bueno en las personas y aumentar el malo, son agentes cancerígenos y bastante agresivos (Solarte & Vargas, 2013). La gestión de los aceites vegetales usados no sólo representa un problema ambiental, sino que es un desaprovechamiento de una materia

prima valiosa, tanto para la obtención de glicerina, ácidos grasos o ésteres como el biodiesel (Gioia, 2013).

### **3.3. Sistema de gestión de residuos**

Este sistema se define como la práctica asociada al control del manejo integral de los residuos, el cual considera desde su origen, la reducción, el reúso, reciclaje, recogida, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Siendo una herramienta de gestión fundamental en materia de medio ambiente (SEMARNAT, 2002, como se citó en Torres, 2021). Por otro lado, la ley 20.920 publicada el 2016 por el Ministerio del Medioambiente, define residuo como una “sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo con la normativa vigente” (Ley 20.920, 2016).

Según el sexto reporte del estado del medio ambiente 2021 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) (Figura 2), en el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), en 2019 se valorizaron 69.507 toneladas (ton) de residuos, donde el pretratamiento de aceites y grasas comestibles logra un 2,10% (1.459 ton).

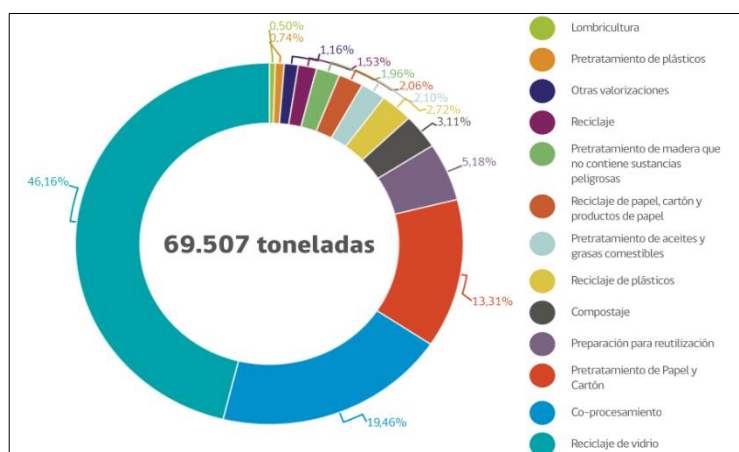


Figura 2: Valorización de residuos sólidos municipales por tipo, 2019

Fuente: Sexto reporte del estado del medio ambiente, MMA. 2021.

### 3.4. Gestión internacional y nacional de aceite vegetal usado

A nivel mundial existen diferentes experiencias en torno a la gestión de los aceites vegetales usados, en donde cada ciudad o país realiza diferentes estrategias con respecto a sus necesidades para poder recolectar y disponer este residuo de la mejor forma posible, sumado a avances con respecto a su legislación entregando mejores herramientas para su gestión. Por su elevado potencial de contaminación, y por lo amplio y disperso de su generación, el aceite usado fue uno de los primeros residuos regulados por la legislación europea hace casi 40 años, estos países reciclan más de 1 litro per cápita anual (Bravo 2019). El diario The Conversation EE.UU menciona, que en Estados Unidos genera cerca de 11 000 millones de litros de aceite usado, mientras que en el continente europeo esta cifra asciende a 1 000 millones. España genera unos 150 millones de litros de aceite vegetal usado (Pozo 2022, como se citó de Cabello, 2020). En Chile la realidad es otra, se desechan

más de 14 millones de litros de aceite usado, de los cuales 13 millones van a parar al alcantarillado (Bravo, 2019)

La tabla 1 presenta algunas experiencias internacionales y nacional con respecto a la gestión del aceite vegetal usado.

Tabla 1: Experiencia internacional y nacional sobre gestión de AVU

País	Gestión de AVU
España	<p>Empresa Interreg En temas de recolección se aceite, se entrega contenedore de 25 a 50 litros, para que luego los establecimientos lo entreguen a los gestores autorizados para el manejo de este residuo. Para trasporte y almacenamiento también deben estar autorizados. El tratamiento se basa en depósitos de decantado, filtro, limpieza de bidones, entre otros. además, la empresa gestora requiere una estricta trazabilidad y debe estar certificadas por la ISCC ya que este residuo después es ocupado como materia prima para la elaboración de biodiesel (Interreg, 201?).</p> <p>Empresa ABICONT Esta empresa entrega servicio de recogida de aceite semanal y mensualmente. entrega gratuitamente el envase para su almacenamiento. Además, como Gestor y Transportista autorizado por la Agencia Catalana de Residuos y varios acuerdos con distintas comunidades autónomas, ofrecen los certificados oportunos requeridos por la Administración (Abicont, 2020).</p>
Estados Unidos	<p>Empresa Blue Ridge Biofuels Esta empresa gestora de AVU para producir biodiesel recolecta a más de 600 restaurantes y cocinas comerciales en Carolina del Norte, Carolina del Sur, Tennessee y Virginia. Esta compañía entrega contenedores gratuitos de 55 galones (gal), 100 gal o 300 gal, mantenimiento de rutina y servicio profesional. Por otro lado, debido a que están consolidados como gestor de aceite para la producción de biodiesel les permite pagar el mejor precio por este residuo. El sistema de enrutamiento computarizado permite a los conductores recoger su aceite de manera más eficiente, ahorrando tiempo y dinero. Además, en asociación con Stanely Environmental Solutions entregan servicio de limpieza de trampas grasas (Blue Ridge Biofuels, 2017).</p>

	<p>Empresa Clean Energy Biofuels</p> <p>Esta es una empresa gestora de AVU que se utiliza para la producción de biodiesel, que sirve al sureste de EE.UU. y cuenta con plantas en Georgia y Virginia, las cuales están registradas por la Environmental Protection Agency (EPA).</p> <p>Esta empresa se dedica a la recolección y reciclaje de aceites vegetales usados generados en hoteles, iglesias, colegios, entre otros en donde entrega contenedores gratuitos dependiendo de la necesidad del establecimiento, ya que construye sus propios contenedores. Luego de recolectar el AVU, se llevan a una instalación donde se refina para la producción de biodiesel. además, la compañía paga por estos aceites y trabaja con un programa con una base de datos de los clientes para llegar a tiempo en busca de este residuo, por lo que no es necesario que los clientes estén llamando (Clean Energy Biofuels, 2021).</p>
México	<p>Sonne energéticos</p> <p>Es una empresa dedicada por más de 15 años a la recolección de grasas vegetales y animales, así como la limpieza de trampas de grasa y campanas, que ofrece sus servicios a todo tipo de industrias, restaurantes y comercios que actualmente tengan problemas con la disposición de este tipo de material y mantenimiento de sus trampas de grasa y campanas, brindando el servicio a más de 13 estados mexicanos, además cuenta con los permisos necesarios para la recolección y transporte de este residuo, sumado a la certificación ISCC. Entrega contenedores acordes a las necesidades del establecimiento, luego se coordina para la recolección de forma semanal, quincenal y mensual, o una vez lleno también se puede coordinar para la retirada del AVU de acuerdo con la necesidad de la empresa, luego se transporta a la planta de Sonne energéticos para producir biocombustibles y productos para la industria química (Sonne, 2022).</p>
Colombia	<p>En Colombia se pueden nombrar empresas gestoras de AVU como Biogras, GreenFuel, RECGRAS, otros otros.</p> <p>En temas de recolección estos gestores deben estar autorizadas para la recolección y manejo del AVU.</p> <p>Los gestores se ponen en contacto con los establecimientos que generan AVU para determinar el volumen de generación, frecuencia y establecen un plan de ruta de recolección. Esta se realiza en un camión que recoge recipientes de hasta 20 kg, luego el operador del camión entrega un certificado de recolección al establecimiento, este AVU se transporta a un centro de acopio para ser adecuado por diferentes procesos (depende de la política de la empresa y compradores) para la producción de biodiesel, en donde la mayor parte del AVU procesado en</p>

	Colombia es exportado a Europa para la producción de este biocombustible (Rojas, 2021).
Chile	<p>En Chile se puede nombrar la experiencia sobre gestión de AVU en Algarrobo, donde la totalidad de establecimientos de expendio de alimentos trata los residuos de AVU con empresas gestoras externar, en donde se evidencia que 3 cuentan con autorización sanitaria y están certificadas por la International Sustainability and Carbon Certification (ISCC), respaldando que el destino final de los aceites será la generación de biodiésel. Estas empresas autorizadas y certificadas se enfocan principalmente en la recolección entregando contenedores de 60 a 100 litros en donde la entidad de transporte debe entregar un certificado de restitución dando cumplimiento a la resolución N°5081/1993 de MINSAL.</p> <p>Luego viene el transporte, el cual está autorizado por la autoridad sanitaria, y se lleva el AVU a sus respectivas plantas de tratamientos, en donde se les realiza tratamiento intermedio o pretratamiento como: retirar sólidos de mayor tamaño, filtrado, separación, filtración, entre otros.</p> <p>Y finalmente la materia prima es transportada en isotanques, principalmente a Estados Unidos y Europa donde se le hace el tratamiento final a través del proceso de transesterificación, convirtiéndolo en biodiesel (Bravo, 2019)</p>

Fuente: elaboración propia.

El biodiésel a base de cultivos alimentarios sigue siendo el más utilizado en los mercados de la Unión Europea (EU). Las recientes medidas adoptadas en Europa para reducir el uso de las materias primas más insostenibles (por ejemplo, el aceite de palma) podrían conducir a un aumento de otras materias primas. Puesto que el ACU se considera un biocombustible basado en residuos que recibe un trato preferente y en vista de la madurez de la tecnología necesaria para su producción, podemos esperar que la demanda de ACU siga aumentando en Europa. (Rojas, 2021).

### 3.5. Normativa vigente en Chile

Para entender el marco regulatorio de Chile respecto al manejo y gestión de residuos sólidos y de aceite vegetal usado, se presenta un resumen de la normativa legal de acuerdo con el tema a tratar, dentro de los cuales no solo el Ministerio del Medio Ambiente genera leyes, sino que en conjunto de varios Ministerios se trabaja en nuevas normativas para lograr un equilibrio ambiental, social y económico para el AVU como residuo valorizable.

Tabla 2: Normativa ambiental vigente en Chile

Cuerpo legal	Fecha de publicación	Descripción de cuerpo legal
Ley 19.300, Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, MINSEGPRES.	09 de marzo de 1994	Exige someterse al Sistema de evaluación de impacto ambiental a ciertos proyectos respecto al manejo de residuos (artículo 10 letra o). Establece las funciones al Ministerio del Medio Ambiente a establecer, proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos (artículo 70, letra g)
Decreto con Fuerza de Ley N° 725, Código Sanitario, MINSAL.	31 de enero de 1968	Instaura la obligación de las municipalidades de recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, a juicio del Servicio Nacional de Salud, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana (artículo 11, letra b)
Resolución N°5081, Establece Sistema de declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales, MINSAL	18 de marzo de 1993	Reglamentar en la Región Metropolitana el proceso de generación, acumulación, transporte y disposición final de desechos sólidos industriales, de forma que se prevengan y eviten los riesgos y daños eventuales de orden sanitario ambiental que les son propios. La presente Resolución es aplicable a todos los establecimientos industriales localizados en la Región Metropolitana.

Decreto 2385, Fija texto Refundido y Sistematizado del Decreto Ley N° 3.063, de 1979, Sobre Rentas Municipales, MI	20 de noviembre de 1996	Establece a las municipalidades cobrar una tarifa anual por el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios como comerciales (artículo 6 y 7)
Decreto 977, Aprueba Reglamento Sanitario de los Alimentos, MINSAL	13 de mayo de 1997	Instaura que los establecimientos de alimentos que quieran instalarse o modificarse, deben contar con autorización sanitaria, y donde algunos requisitos son: alimentos que elabora, sistema de eliminación de desechos, entre otros (artículos 6 y 7) Establece los lineamientos de los aceites y mantecas utilizados en fritura, además Se prohíbe el uso de los aceites y mantecas provenientes de los procesos de frituras, descartados o reprocessados, en otros alimentos de uso humano (artículos 265, 266, 267)
Decreto 609, Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a la Descarga de Residuos Industriales Líquidos a Sistema de Alcantarillado MOP.	20 de julio de 1998	En el artículo primero, numeral 4.3, la tabla 4 indica que el límite máximo permitido de grasas y aceites en las redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamientos es de 150 mg/L
Decreto 594, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de	29 de abril del 2000	Establece los lineamientos para el transporte, acumulación, tratamiento y disposición final de los residuos industriales sólidos y líquidos (artículos 16,18,19 y 20)

Trabajo, MINSAL.		
Decreto 90, Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, MINSEGPRES.	07 de marzo de 2001	El artículo primero, la tabla N°1 indica que el límite máximo permitidos de grasas y aceite en un cuerpo de aguas fluvial es de 20 mg/L. Por otro lado, considerando la capacidad de dilución del cuerpo de agua fluvial muestra que tiene un límite máximo de es de 50 mg/L. El límite máximo permisible para cuerpos lacustres es de 20 mg/L. El límite máximo permitido de grasas y aceites para los cuerpos de aguas marinas dentro de una zona de protección litoral es de 20 mg/L. Mientras que el límite máximo permitido de este contaminante en los cuerpos de aguas marinas fuera de la zona de protección litoral es de 150 mg/L (a partir de 10 años de vigencia del decreto)
Decreto Supremo N°1, Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), MMA.	02 de mayo de 2013	Establece la obligación a los municipios destinatarios de residuos a registrarse en el Sistema de Ventanilla Única del portal electrónico RETC, para reportar o informar sus informen sus emisiones, residuos, transferencias de contaminantes o productos prioritarios (artículo 18, g)
Ley 20.920, Establece Marco para La Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, MMA.	1 de junio de 2016	La presente ley tiene por objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a tal fin evitando su eliminación (artículo 4). Las municipalidades a fin de colaborar con el adecuado cumplimiento del objeto de esta ley, las municipalidades: Podrán, de manera individual o asociada, celebrar convenios con sistemas de gestión. Se

		<p>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, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 23, y en conformidad a lo señalado en el artículo 65, letra c), de la ley orgánica constitucional de Municipalidades, si correspondiere. 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. Promoverán la educación ambiental de la población sobre la prevención en la generación de residuos y su valorización. Podrán diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización. Podrán diseñar e implementar medidas de prevención en la generación de residuos (Artículo 30, letras a,c,d,e,f,g).</p>
<p>Decreto alcaldicio N° 5477, Ordenanza para la protección y conservación del medioambiente, el fomento a la agroecología y salud ambiental de la comuna de San Nicolás</p>	<p>22 de diciembre de 2022</p>	<p>Establece la obligación del departamento de medio ambiente, aseo y ornato el servicio de basura, el reciclaje de residuos orgánicos e inorgánicos (artículo 4). Establece que la Municipalidad a través del departamento de medio ambiente aseo y ornato gestionar planes y/o programas para desarrollar la economía circular, según la ley 20.920 que establece el marco para la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor (artículo 22). La municipalidad antes de otorgar patentes comerciales exigirá acreditación de normas sanitaria, constructivas o demás normas aplicables en el ámbito de la fiscalización municipal.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a la Biblioteca del Congreso Nacional.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se presenta en la comuna de San Nicolás, ubicada en la Provincia del Punilla, en la Región de Ñuble, Chile. Limita al noreste con la comuna de San Carlos, al sur con la comuna de Chillán, y al oeste con las comunas de Portezuelo y Ninhue. San Nicolás se encuentra a 25 km al noroeste de Chillán y a 407 km al sur de Santiago y se puede acceder a la comuna por la Ruta 5 Sur que empalma con la Ruta N-50 (Cruce Cocharcas-Cobquecura). Esta Comuna cuenta con una superficie de 490,5 km<sup>2</sup> y según el censo 2017 un 57,9% corresponde a zona rural con más de 30 localidades con gran dispersión y un 42,1% zona urbana las cuales son el pueblo urbano de San Nicolás propiamente tal y el sector de Puente Ñuble. Según el registro social de hogares del Ministerio de Desarrollo Social la comuna tiene 11.907 habitantes donde se concentran mayormente en el pueblo de San Nicolás con 2866 hab. (24,1% de la población) y Puente Ñuble con 2.279 hab. (19,1% de la población). Su principal recurso económico es la agricultura, ganadería a menor escala, además de comercios establecidos y otros servicios. De la superficie comunal, el 80% de los terrenos son de secano duro, con suelos de baja productividad, donde predomina la agricultura campesina familiar con producción de trigo, lentejas y hortalizas. El 20% restante corresponde a suelos trabajados para la elaboración de productos de exportación, tales como cerezas, arándanos, kiwis y viñas. La comuna de San Nicolás presenta como clima predominante, un clima templado cálido con lluvias.

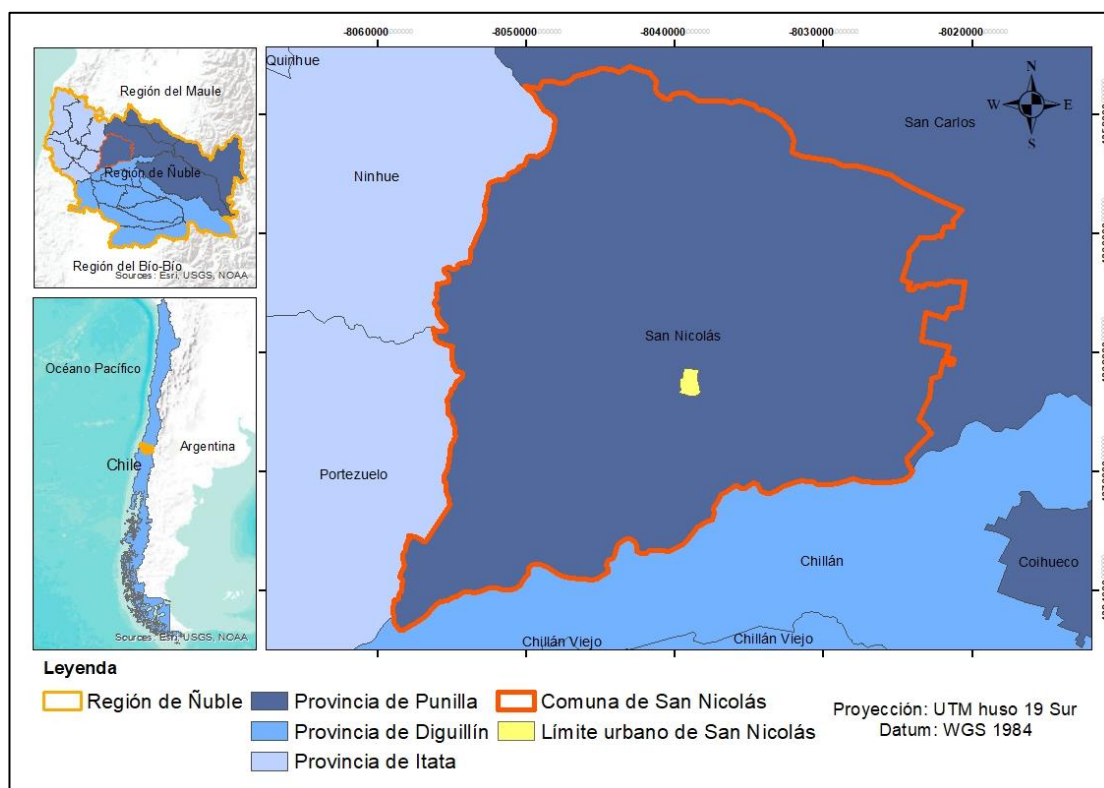


Figura 3: Localización de la comuna de San Nicolás y límite urbano

Fuente: elaboración propia

Además, como la Comuna aún no cuenta con plan regulador comunal, este proyecto solo se enfoca en el límite urbano de la Comuna de San Nicolás, por ende, el área de estudio se orienta principalmente en los “FOOD TRUCK GASTRONÓMICOS DE SAN NICOLÁS” que se ubican en la plaza de San Nicolás con aproximadamente 14 establecimientos de expendio de alimentos, además de los otros establecimientos de expendio de alimento dentro del límite urbano de la comuna (figura 4).

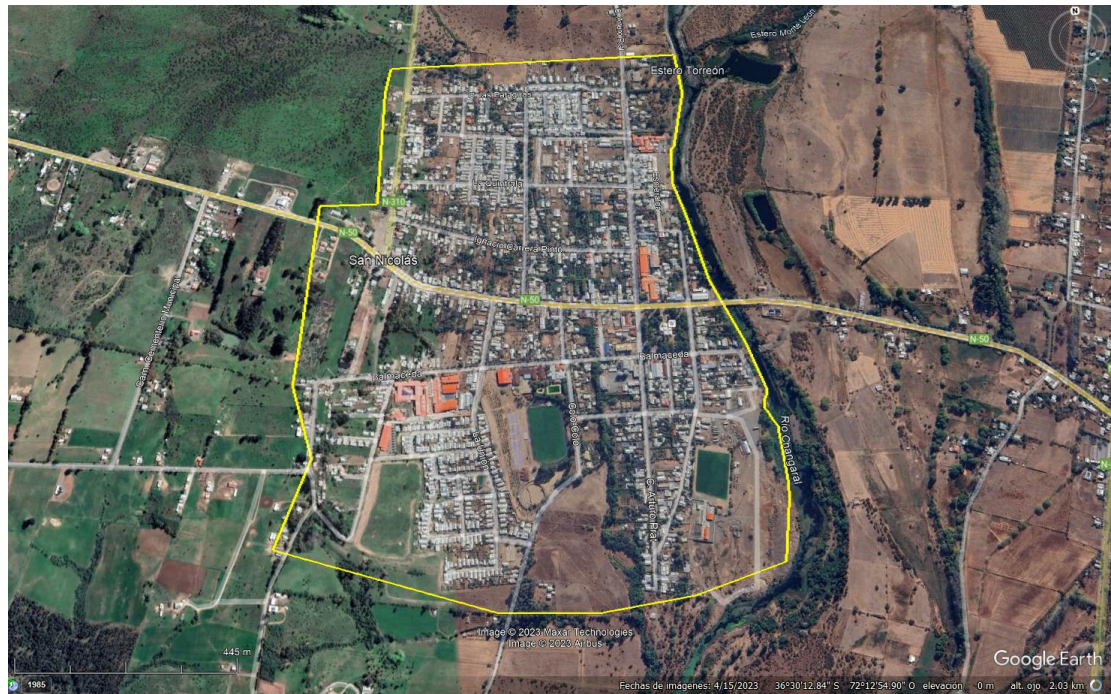


Figura 4: Límite urbano de San Nicolás

Fuente: elaboración propia

## 5. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuesto, se presenta la figura 5 con el resumen de la metodología y posteriormente se procede a explicar cada etapa de forma más detallada.

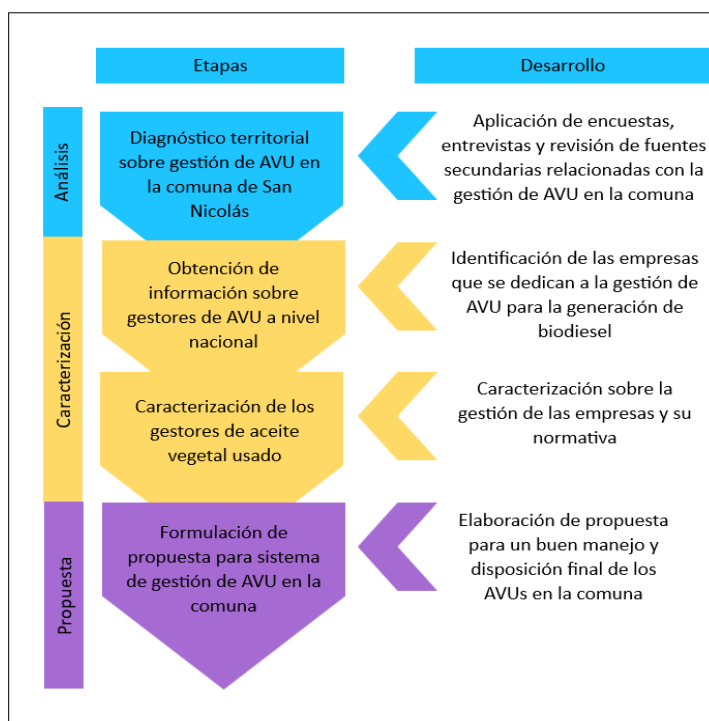


Figura 5: Diagrama de la metodología propuesta para dar respuesta a los objetivos

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1. Diagnóstico territorial sobre gestión de AVU en la comuna de San Nicolás.

Antes de realizar una propuesta para sistema de gestión de AVU se requiere un diagnóstico previo de cómo se vive el manejo y disposición de este residuo en el límite urbano de la comuna, esto para responder varias interrogantes; cantidad de aceite que se utiliza, el manejo que le dan a este aceite, entre

otras preguntas estratégicas. Esto para identificar los principales problemas con respecto a la gestión de AVU en la Comuna de San Nicolás. Para este apartado se obtendrá información primaria, gracias a herramientas como encuestas a los establecimientos de expendio de alimentos, entrevista y constante comunicación con la encargada del medio ambiente de la comuna, sumado a observaciones en terreno. Se efectuará revisión y análisis de fuentes secundaria como: PLADECO, base de datos de la municipalidad, Información por transparencia, revisión bibliográfica, entre otros. Junto a la aplicación de la encuesta, se realizará una tabulación de datos a través de la herramienta digital Excel, para analizarlos y entregar un diagnóstico sobre el manejo y disposición del AVU en la Comuna, sumado a algunos cálculos para estimar la cantidad aproximada de aceite vegetal usado por los EEA encuestados. Finalmente se elaborará una tabla de aspectos e impactos ambientales con respecto a mal manejo y disposición final de AVU.

## **5.2. Identificación de empresas recolectoras de AVU para la generación de biodiesel.**

Según Rojas Humberto (2021), “en la mayoría de los países no existe un método sistemático para su recolección efectiva del AVU”. Por lo que este punto se centra en realizar una investigación sobre las principales empresas gestoras de aceite vegetal usado para generar biodiesel en Chile a partir de revisión bibliográfica, páginas web y contactos con las empresas, para caracterizar sus procesos con el fin de encontrar el gestor que cumpla con las

normativas vigentes y que mejor se adapte a las necesidades de los EEA de la Comuna.

### **5.3. Propuesta de sistema de gestión para el manejo y tratamiento de aceites vegetales usados**

En este punto se presentará un diseño de propuesta de sistema de gestión en base al diagnóstico territorial, investigación realizada, y la normativa vigente, para el sistema de gestión para el correcto manejo y disposición final de este residuo a través de la generación de biodiesel, y finalmente en donde se propondrá una empresa gestora que mejor se adapte a las necesidades de los EEA para realizar los servicios de recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento primario de este residuo en la comuna y así darle una valorización a este residuo tan dañino para el medio ambiente y la sociedad, dándole un aprovechamiento como materia prima y valorizándolo adecuadamente.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Diagnóstico sobre manejo y disposición final de AVU en la comuna de San Nicolás**

Para el diagnóstico sobre el manejo de AVU, se realiza una encuesta a través de un cuestionario en un lapso de 3 días, las cuales se hicieron en formato físico y de forma directa con el entrevistado. Primeramente, se realiza una encuesta piloto el jueves 17 de noviembre del año 2022, para medir la efectividad de las preguntas y de esta manera extraer los datos necesarios de

los establecimientos de expendio de alimentos para este trabajo. Luego de la encuesta piloto se corrige la pregunta 2 para tener datos más exactos sobre la cantidad de aceite que utilizan los locales de comida, corregida esta pregunta se procede a aplicar la encuesta los viernes 18 y sábado 19 de noviembre de 2022 en los horarios de 12:00 a 17:00 hrs. y 16:00 a 21:00 respectivamente, aplicando la encuesta a 18 locales de comida en el límite urbano de la Comuna de San Nicolás. Además, se realiza una entrevista a la encargada de Medio Ambiente de la Municipalidad de San Nicolás, en un lapso de 20 minutos aproximadamente, donde se comparte experiencia y conocimientos sobre la gestión de los aceites vegetales usados en la Comuna.

Para este apartado se solicitó a la municipalidad de San Nicolás, por transparencia, los establecimientos de expendio de alimentos en la comuna, en donde se recibe un archivo Excel con 344 establecimientos comerciales, pero sin el desglose del giro comercial de cada uno, por lo tanto, se utiliza como universo los locales de expendio de alimentos observados y encuestados en terreno, el cual según las observaciones es de 23 EEA, de los cuales se pudieron encuestar 18 establecimientos debido a que los otros no estaban disponibles los días de la encuesta.

#### **6.1.1. Tabulación de datos de la encuesta**

En este apartado se tabulan y se realiza un análisis de datos de las encuestas a los locales de comida a través de la herramienta Microsoft Excel, en donde se detallan las respuestas de los 18 EEA mediante gráficos. Además, las

encuestas se enumeran desde la encuesta 1 a la encuesta 18, esto para tener un mayor orden en esta parte del trabajo y donde el nombre de los locales de cada encuesta se puede observar de forma detallada en el anexo 2.

Pregunta 1. ¿Usted utiliza aceite vegetal para la elaboración de alimentos en su establecimiento?

Tabla 3: Resultados obtenidos de la pregunta 1

Alternativas	Respuestas	%
Si	18	100%
No	0	0%
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

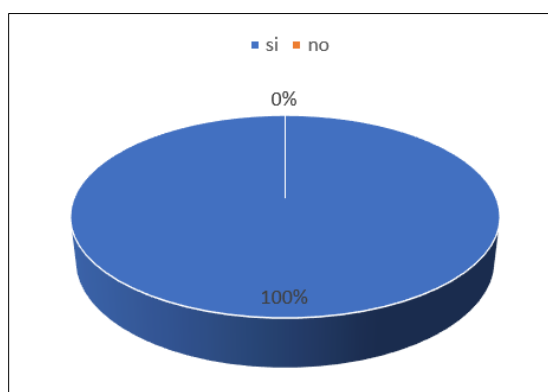


Figura 6: Gráfico sobre la cantidad EEA encuestados que utilizan aceite para la elaboración de alimentos

Fuente: Elaboración propia

Desde la figura 6, la cual representa la pregunta 1 de la encuesta, se puede inferir que el 100% de los EEA encuestados utilizan aceite vegetal para la elaboración de alimentos.

Pregunta 2. ¿Cuántos litros de aceite utiliza al mes aproximadamente?

Tabla 4: Resultados obtenidos de la pregunta 2

Ítems	Respuesta
Encuesta 1	40 litros
Encuesta 2	70 litros
Encuesta 3	20 litros
Encuesta 4	40 litros
Encuesta 5	35 litros
Encuesta 6	30 litros
Encuesta 7	20 litros
Encuesta 8	50 litros
Encuesta 9	40 litros
Encuesta 10	90 litros
Encuesta 11	50 litros
Encuesta 12	45 litros
Encuesta 13	60 litros
Encuesta 14	40 litros
Encuesta 15	70 litros
Encuesta 16	20 litros
Encuesta 17	60 litros
Encuesta 18	50 litros
<b>Total</b>	<b>830 litros</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

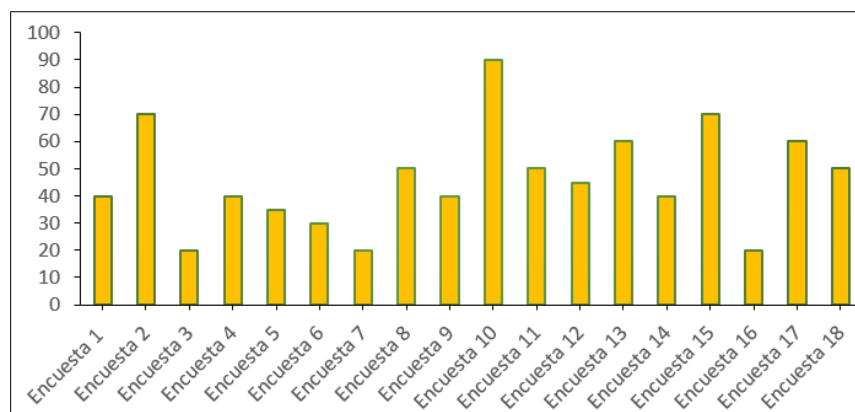


Figura 7: Gráfico sobre la cantidad de aceite vegetal que utilizan los locales encuestados

Fuente: Elaboración propia

Para la pregunta 2, se puede observar en la figura 7 que hay un gran consumo de aceite vegetal en los establecimientos comerciales, en donde se puede ver

que el EEA con mayor consumo llega a utilizar 90 litros de aceite de forma mensual, mientras que lo mínimo de aceite que utilizan algunos locales son 20 litros mensuales. Por otro lado, el aceite que utilizan el total de los locales de comida corresponde a 830 litros mensuales, lo que lleva a un total de 9.960 litros anuales de este residuo.

Según Rojas, 2021 “Se calcula que cerca del 35% del aceite vegetal comestible se convierte en ACU luego de los procesos de preparación de alimentos”. Por lo tanto, se utilizará tal conversión para calcular de forma aproximada la cantidad de aceite vegetal que se convierte en aceite vegetal usado en los EEA:

$$9.960 \text{ (L de AV anuales)} * 35\% = 3.486 \text{ L AVU anuales}$$

Por otro lado, debido a que el aceite se mide en kg dadas las características de su contenedor se realiza la conversión de litros de aceite a kilogramos de aceite. Para ello se utiliza la densidad relativa de los resultados obtenidos por Preciado, 2017, la cual es de 0.9196 kg/l, por lo tanto:

$$3.486 \text{ L AVU anuales} * (0.9196 \text{ kg/L}) = 3.206 \text{ kg AVU anuales}$$

Con estos cálculos se observa que de forma anual se pueden reciclar aproximadamente 3.206 kg de aceite vegetal usado en los EEA en el límite urbano de la comuna de San Nicolás.

Pregunta 3. ¿Cómo elimina el aceite después de utilizarlo para freír?

Tabla 5: Resultados obtenidos de la pregunta 3

Alternativas	Respuestas	%
Lo tira al desagüe	0	0%
Lo tira al suelo	0	0%
Reenvasarlo y lo tira a la basura domiciliaria	2	11%
Reenvasarlo y entregar a una empresa gestora de AVU	16	89%
Otros	0	0%
<b>total</b>	<b>18</b>	<b>18%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

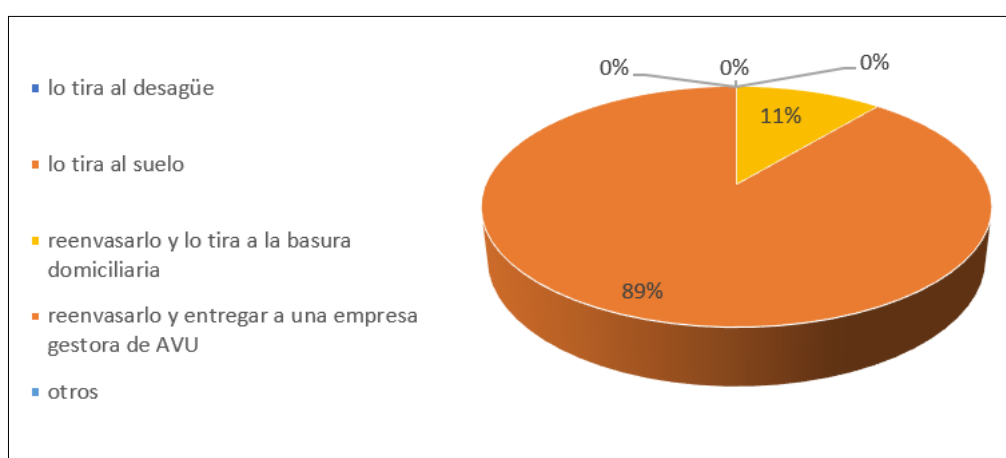


Figura 8: Gráfico de como eliminan los aceites vegetales usados los locales encuestados después de ser utilizado para freír

Fuente: Elaboración propia

Del total de los 18 EEA encuestados, la figura 8 muestra que 16 entregan a una empresa gestora el aceite vegetal usado, donde 15 de estos establecimientos lo entregan a la empresa Rendering, la cual los retira una vez lleno el contenedor y 1 entrega a una empresa gestora externa no identificada. 2 de estos establecimientos lo reenvasa y lo tira a la basura domiciliaria, mientras que ninguno de los locales encuestados lo tira al desagüe o a los suelos o practica otra forma de eliminarlo o disponerlo. Sumado a la

información obtenida por el municipio en donde se comentan que el convenio consta de 15 EEA, se puede inferir que todos fueron encuestados en esta etapa, por lo tanto, de los 23 establecimientos del límite urbano 8 le dan un incorrecto manejo y disposición final al AVU, pudiendo este residuo ir al alcantarillado, suelos, cuerpos de agua, entre otros.

Pregunta 4. ¿Conoce los impactos que genera una inadecuada disposición de los AVUs?

Tabla 6: Resultados obtenidos de la pregunta 4

Alternativas	Respuestas	%
No conozco	3	17%
Obstrucción de alcantarillados y plantas de tratamientos	6	33%
Contaminación de suelos y cuerpos de agua	9	50%
Proliferación de bacterias y patógenos	0	0%
Otros	0	0%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

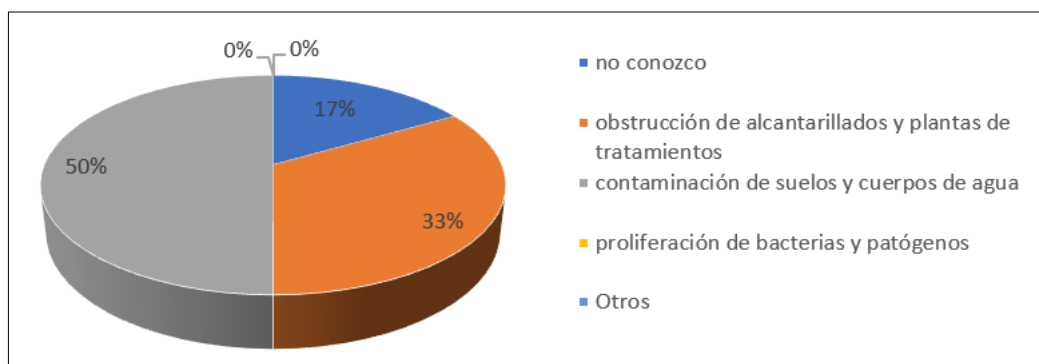


Figura 9: Gráfico del conocimiento de los establecimientos encuestados con respecto a la mala disposición de los AVUs

Fuente: elaboración propia

En la figura 9 se evidencia que el 83% de los encuestados tiene conocimiento sobre la contaminación que produce una mala disposición de los AVUs, mientras que el 17% restante no conoce los impactos de disponer de forma incorrecta este residuo. Dentro de este 83% que, si conoce los impactos negativos, un 50% sabe que se contaminan suelos y cuerpos de agua, mientras que un 33% está al tanto que se producen obstrucción de alcantarillado y plantas de tratamientos.

Pregunta 5. ¿Conoce la normativa vigente sobre vertimiento y límites permitidos de aceite en los cuerpos de agua y alcantarillado?

Tabla 7: Resultados obtenidos de la pregunta 5

Alternativas	Respuestas	%
Si	0	0%
No	18	100%
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

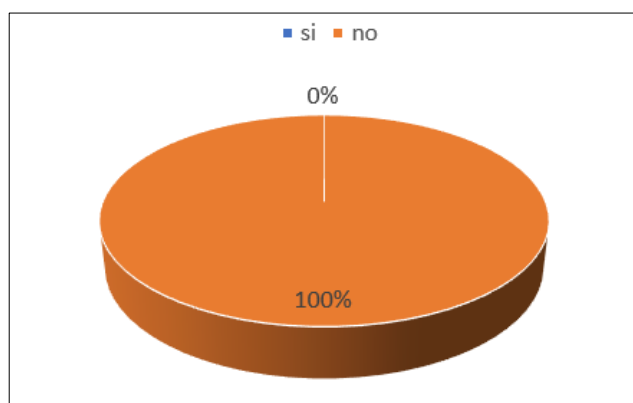


Figura 10: Gráfico con relación al conocimiento de la normativa para vertimiento y límites de aceite en los cuerpos de agua y alcantarillados

Fuente: elaboración propia

Con respecto a la pregunta 5, el gráfico de la figura 10 nos indica que el 100% de los locales encuestados no tiene conocimiento sobre la normativa sobre el límite permitidos de aceite en los cuerpos de agua y alcantarillados.

Pregunta 6. ¿Sabe de algún producto que se pueda generar con los aceites de cocina usados?

Tabla 8: Resultados obtenidos de la pregunta 6

Alternativas	Respuestas	%
No conozco	7	39%
Jabón	7	39%
Velas	0	0%
Biodiesel	4	22%
Otros	0	0%
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

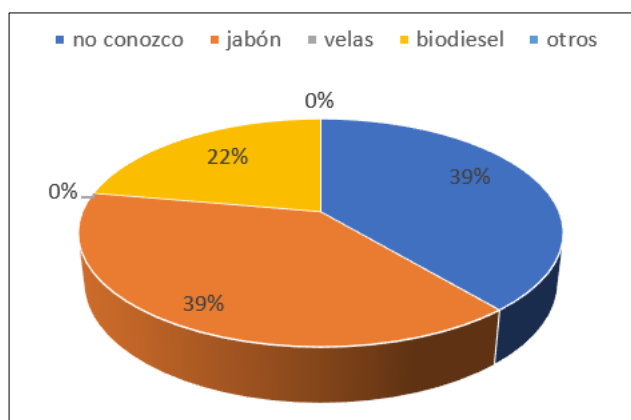


Figura 11: Gráfico del conocimiento que tienen los locales de comida acerca de los productos que se pueden generar con el AVU

Fuente: elaboración propia

Sobre el conocimiento de los productos que se pueden hacer con el aceite de cocina usado, se puede observar en el gráfico de la figura 11 que, un 39% de los encuestados no tiene conocimiento de que se pueden generar otros

productos con este residuo, por otro lado, un 39% sabe que se pueden hacer jabones, mientras que un 22% tiene entendido que se puede generar biodiesel a partir de los AVUs.

Pregunta 7. ¿Sabe lo que es el biodiesel y para que se utiliza?

Tabla 9: Resultados obtenidos de la pregunta 7

Alternativa	Respuesta	%
Si	3	17%
No	15	83%
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

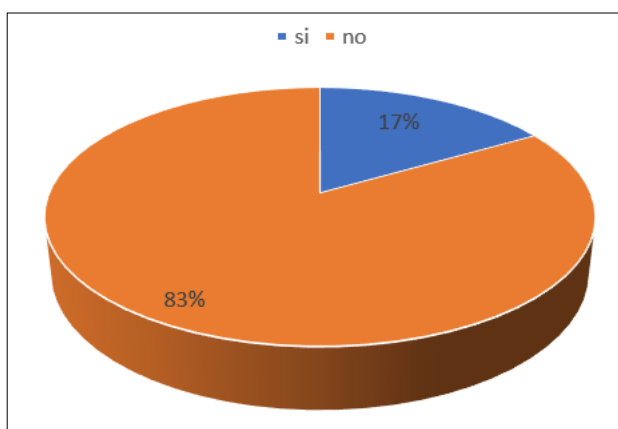


Figura 12: Gráfico con respecto al conocimiento que tienen los locales de comida sobre que es biodiesel y para que se utiliza

Fuente: elaboración propia

Con respecto a la pregunta 7, que se refiere al conocimiento de los EEA sobre el biodiesel, se infiere de la figura 12 que un 17% sabe que es el biodiesel y para que se utiliza, mientras que un 83% de los encuestados no tiene ningún conocimiento acerca de este biocombustible.

Pregunta 8. ¿Estaría dispuesto a conservar el AVU en contenedores para luego entregarlos para la elaboración de biodiesel?

Tabla 10: Resultados obtenidos de la pregunta 8

Alternativas	Respuestas	%
Si	18	100%
No	0	0
Si, solo si dan algún incentivo económico	0	0
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

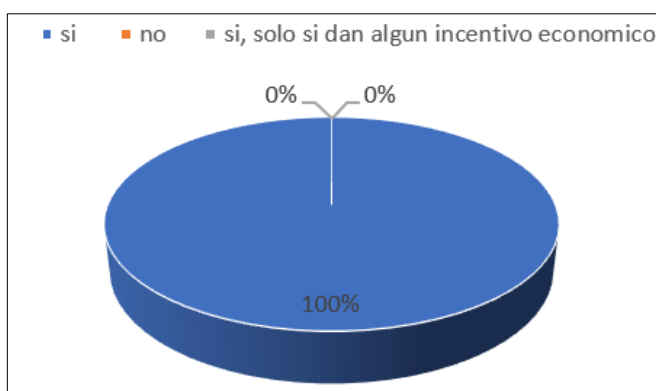


Figura 13: Gráfico sobre la disponibilidad que tiene los locales de comida para entregar el AVU para la elaboración de biodiesel

Fuente: elaboración propia

Respecto a si están dispuestos a entregar el aceite vegetal usado para la elaboración de biodiesel. El 100% de los encuestados responden que sí lo entregaría para la elaboración de este biocombustible (figura 13).

Pregunta 9. Si está dispuesto a entregar su aceite vegetal usados, ¿con qué frecuencia y método de recolección le gustaría que ocurriera?

Tabla 11: Resultados obtenidos de la pregunta 9

Alternativas	Respuestas	%
Contenedores de 5 a 20 litros que se retiren una vez llenos	2	11%
Contenedores de 5 a 20 litros que se retiren una vez por semana	13	72%
Entregar los AVUs en botellas en un punto limpio fijo	0	0%
otros	3	17%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a la información obtenida de la encuesta

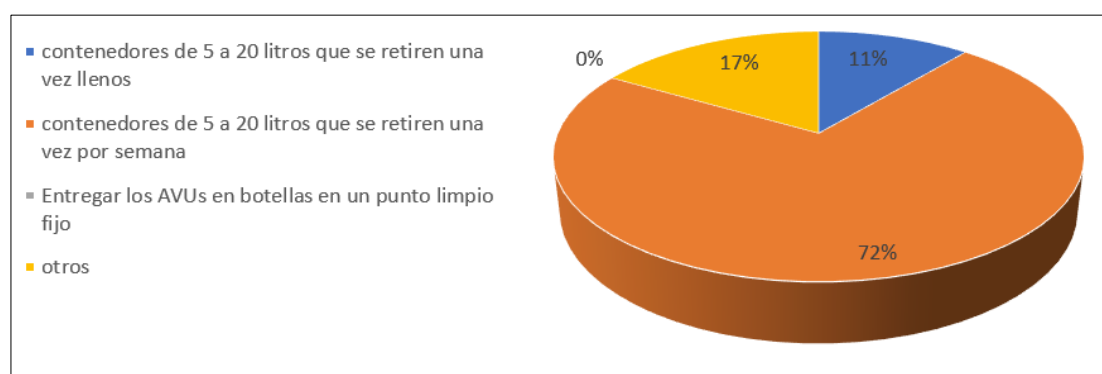


Figura 14: Gráfico sobre el método de recolección que más les acomoda a los locales de comida para entregar el aceite vegetal usado

Fuente: elaboración propia

Al apreciar el gráfico (figura 14) podemos ver que el método de recolección que más les acomoda a los establecimientos es, que le entreguen contenedores de 5 a 20 litros que se retiren una vez por semana con un 72%, por otro lado, un 11% prefiere contenedores de 5 a 20 litros que se retiren una vez llenos, mientras que un 17% prefiere otra opción, en donde comentan que prefieren el actual método de recolección, esto quiero decir, contenedores de 50 litros que se retiren una vez llenos.

En la entrevista el día jueves 17 de noviembre de 2022, la encargada del Medio Ambiente de municipio nos comenta que actualmente está comuna acaba de generar un convenio con la empresa gestora de aceites vegetales usados Rendering, la cual se enfocó en la entrega de contenedores, recolección, transporte y tratamiento de este residuo en este residuo a 15 locales comerciales, descartando un programa de seguimiento, capacitaciones, entre otros, por lo tanto da la posibilidad de seguir trabajando en un sistema de gestión para el buen manejo y disposición final del AVU. Dentro de otras problemáticas que se conversaron con la encargada del medio ambiente fue el robo de algunos contenedores entregados por la empresa Rendering, impidiendo tener un seguimiento concreto de los aceites entregados por cada local en específico, también comenta que este convenio con la Empresa se renueva de manera anual, además de que hay algunos locales que entregan los aceites de manera informal, sumado a esto, no se declaran los residuos de AVU en la plataforma Sistema Nacional De Declaración de Residuos (SINADER), impidiendo la correcta trazabilidad del residuo.

Por otro lado, en conversación con la presidenta de la Agrupación gastronómica de San Nicolas, nos facilita el documento que entrega la empresa Rendering, donde certifica que se retiran los AVUs de los establecimientos, pero no indica la cantidad de aceite que se retira. Por otro lado, se observa en terreno que en los establecimientos de expendio de alimentos se utilizan 1 contenedor para 2 o en algunos casos 3 locales de

comida, lo que impide tener una cantidad exacta del aceite que se recicla por establecimientos de expendio de alimentos.

### 6.1.2. Tabla de aspectos e impactos Ambientales

A forma de entender cómo afectan los impactos ambientales que produce la generación, el mal manejo y disposición final de aceite vegetal usado por los EEA en la comuna, se realiza una tabla de aspectos e impactos ambientales.

Tabla 12: Tabla de aspectos e impactos ambientales

Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental
Uso del aceite vegetal en los establecimientos de expendio de alimentos para preparación de frituras	Generación de aceite vegetal usado	Aprovechamiento del aceite como materia prima para producción de biodiesel u otros productos
	Reutilización de AVU	Problemas a la salud de las personas por reintegración del AVU para procesos de fritura
		Contaminación del aire por gases generados por la reutilización
	Mal manejo y disposición final de AVU	Contaminación de agua debido al vertimiento del aceite vegetal usado en cuerpos de agua
		Obstrucción de alcantarillado y plantas de tratamientos
		Contaminación de los suelos por vertimiento del AVU
		Contaminación del suelo ocasiona por derrames del generador

		Generación de lixiviados en rellenos sanitarios debidos a que se desechan en la basura domiciliaria
	Reciclaje de AVU	Aprovechamiento del aceite vegetal usado para materia prima en la producción de biodiesel
Gestión de aceites vegetales usados (Recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento)	Derrame de AVU	Contaminación de suelo ocasionado en recolección, transporte y/o almacenamiento del AVU
		Obstrucción de alcantarillados ocasionado por derrames y escorrentía del AVU
		Mitigación del derrame mediante gestión de empresas autorizadas
	Generación de biodiesel a partir del AVU	Eliminación de la contaminación por AVU mediante el reciclaje
Producción de biodiesel mediante el reciclaje del AVU		

Fuente: Elaboración propia en base a información primaria, secundaria, bibliográfica, encuesta y entrevistas

## 6.2. Identificación y caracterización de empresas gestoras de AVU en Chile

A continuación, se detallarán las principales empresas gestoras de aceites vegetales usados para la generación de biodiesel en Chile, la cual se enfoca en caracterizar sus procesos de recolección, transporte y tratamiento, además de la normativa por la cual se rige, con el fin de evaluar cómo funcionan estas

empresas, además de tomarlos como base para el sistema de gestión que se desea proponer en la Comuna de San Nicolás.

Rendering.

Rendering es la empresa de reciclaje de aceites más grande de Chile. Estando presente en más de 9.000 puntos desde Arica a Punta Arenas y exporta 6.000ton. al año de materia prima base para la elaboración de biodiesel (Rendering, 2017).

La empresa Rendering entrega sin costo servicios profesionales de retiro, transporte y disposición final de los aceites vegetales usados para restaurantes, locales de comida, casinos, hoteles y la industria del sector alimentario en general. Además, se estudia el aceite que utilizan los clientes en ciertos periodos de tiempo para adecuar el servicio a las necesidades de estos, luego se entregan tambores con capacidades para 60 o 200 litros, en donde una vez llenos, se transportan a su refinería en Santiago, para convertirlos en materia prima para la generación de biodiesel. Sumado a esto, Rendering tiene convenios con más de 50 municipalidades como Concepción, Maipú, La Serena, Parral, entre otros, en donde instalan puntos limpios y así los vecinos puedan reciclar este residuo en los contenedores instalados (Rendering, 2017).

En contacto con el señor Rafael Dulanto, socio fundador y gerente comercial de Rendering, comenta sobre los procesos que realiza la empresa, "Dejamos

tambores metálicos en los restaurantes, luego los retiramos llenos y dejamos otro vacío, para luego trasladarlos a la planta de refinamiento. Una vez en nuestra refinería se le hacen varios tratamientos de filtrado, secado y bajada de acidez. Nuestra empresa abastece a industrias que elaboran biodiesel en Europa, ya que no elabora este biocombustible”.

Respecto a la normativa, el gerente comercial informa que “la planta refinadora estar autorizada por la autoridad sanitaria, además la flota de vehículos también está autorizada por la autoridad sanitaria y se debe declarar (generador, transportista y destinatario final) ante el SINADER (Sistema Nacional de Declaración de Residuos), sumado a esto la empresa esta certificada por la norma europea ISCC-EU (International Sustainability Certification System)”, por lo tanto esto demuestra que se adhiere a la ley 20.920 o ley REP y declara en el sistema ventanilla única.

Ekufal Ltda.

Ekufal es una pequeña empresa dedicada al reciclaje de aceite vegetal usado, ubicada en la Comuna de providencia. Esta empresa se enfoca en la recogida, transporte y disposición final de AVU y trabaja con cadenas de restaurantes y similares, Industria agroalimentaria, además de instalar puntos limpios y contenedores para el reciclaje domiciliario de aceites vegetales usados al largo de todo el país. Esta empresa gestora de AVU se adapta a las necesidades de cada empresa en cuanto a volumen generado y frecuencia de recogida,

depositando los contenedores solicitados con capacidad de almacenaje desde 60 litros hasta contenedores de 1000. (Ekufal, 2017).

Ya sea en forma directa desde un generador gastronómico o industrial, un punto limpio o un Centro de Acopio Regional, Ekufal realiza la recolección del AVU, el cual ha sido almacenado en contenedores especiales y lo transporta a la Planta Industrial en la comuna de Casablanca para su posterior tratamiento, este residuo atraviesa un riguroso muestreo, se realizan los análisis y la verificación de su calidad previos a la descarga y almacenamiento en tanques especiales. Luego de recibirla en la planta de tratamiento de aceites vegetales, equipada con la última y más innovadora tecnología para aplicar los respectivos procesos, como bombeo, centrifugado, conversión, absorción, dosificación y mezcla, para finalmente analizarse en laboratorio y concluir así el proceso de tratamiento, quedando lista la materia prima para el proceso de elaboración de biodiesel (Ekufal, 2017). En contacto con la señorita Mónica Navarrete, coordinadora de logística de la empresa comenta que “esta materia prima es exportada principalmente hacia Países Bajos”.

A la vez que se retire el residuo se dejará el documento justificante de la retirada acreditando la correcta trazabilidad y cumplimiento de la normativa aplicable y vigencia en Chile (Ekufal, 2017). Además, la señorita Mónica Navarrete explica que “la empresa debe declarar en el sistema SINADER y cuenta con autorización sanitaria de residuos y transporte.

BIOILS SpA.

BIOILS es la empresa de reciclaje y disposición final de aceites vegetales usados en frituras líder en Latinoamérica, perteneciente a FIORDO AUSTRAL GROUP, grupo de empresas líderes en los mercados internacionales de aceites vegetales. Su centro de operaciones se encuentra en Chile, desde donde se ha extendido hacia Perú, Argentina, Colombia. Los aceites que recolectan en estos países son acondicionados y transformados en insumos para la industria química, en donde se utiliza posteriormente para la elaboración de jabones, detergentes, velas, aceites industriales, agentes desmoldantes, masillas y biocombustibles, tanto en el mercado nacional como en el internacional. Además, Esta empresa gestora trabaja con industrias del sector alimentario como, locales comida rápida, restauran y grandes cadenas de comida, también con las Municipalidades, por ejemplo, Quillota, Tiltil, entre otros (Bioils, 2019).

En temas de recolección esta empresa cuenta con un servicio de recolección 100% trazable, lo que nos permite atender cualquier requerimiento de nuestros clientes, retirando el AVU de forma semanal, quincenal, o mensual y entregando su correspondiente certificado de disposición final. Luego es Transportado por una flota de Camiones equipados para la recolección de este residuo hacia la planta refinadora de Bioils en La comuna de lampa para almacenarlos y procesarlos, donde se les hace tratamiento primario de

filtración, refinado, etc., quedando lista la materia prima para ser exportada a Europa y Estados Unidos principalmente (Bioils, 2019)

Esta empresa cuenta con la certificación de la ISCC-EU y la ISO 9.001 (Bioils, 2019), además Bioils está siempre atento a la normativa ambiental, como la ley REP, y a las normas de emisión de olores, partículas y tratamiento de aguas (ANIR, 2020), y cuenta con autorización sanitaria y medioambiental como destino final de AVU (Caneo 2016, como se citó de Parici, 2014).

Covemar Ltda.

Esta empresa ubicada en la comuna de Talcahuano, nace con la necesidad de entregar el servicio de recolección a los pequeños, medianos y grandes generadores de aceite vegetal usados en la región del Bio-Bio. Lleva mas de 10 años reciclando aceites y cuenta con más de 1500 clientes (Covemar, 202?).

En Contacto con don Patricio Pradenas, dueño de la empresa, comenta que entregan un servicio de recolección de aceite vegetal usado para sus clientes, entregando contenedores de 30 o 60 litros y retirándolos con una frecuencia de una vez por semana, cada 15 días o mensualmente, dependiendo de varios factores. Luego del retiro, estos se transportan a sus bodegas, se les realiza un tratamiento primario de limpieza y separación de sólidos, para finalmente dejarlos en su centro de acopio preparado para su venta.

En el ámbito normativo, don Patricio cuenta con permisos sanitarios otorgados por el Ministerio de Salud, de transporte, acopio y disposición final de residuos. Por otro lado, no declaran sus residuos en el sistema nacional de residuos y no están certificados por la ISCC.

### **6.3. Propuesta de sistema de gestión**

Para contextualizar la situación respecto a los residuos de los aceites vegetales usados, la municipalidad acaba de generar un convenio con la empresa Rendering, una de las principales gestoras de AVU en el país, esta se basa en la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de este residuo para la generación de biodiesel, por lo que demuestra que la municipalidad se está preocupando por este residuo y da margen para seguir trabajando en un sistema de gestión.

En la comuna de San Nicolás, el consumo de aceite vegetal es de gran uso en los locales comerciales del sector. En el apartado 6.1 sobre diagnóstico de gestión de AVU en la comuna, se evidencia que el convenio que realizó la municipalidad con Rendering, ha ayudado a una mejor disposición de AVU, como lo es el reciclaje de este para la elaboración de biodiesel, pero aun así en este convenio existen falencias, ya que aún hay EEA que no gestionan su aceite con la empresa gestora, disponiendo de mala manera este residuo.

Debido a estas deficiencias en la gestión se sigue provocando contaminación en los rellenos sanitarios, suelos, cuerpos de agua o taponamientos de alcantarillados, sumado a otros temas como el desconocimiento que tiene la

gente con respecto los gestores a quien le entregan el AVU y para que productos lo utilizan, sobre los productos que se pueden hacer con este residuo, el desconocimiento sobre la normativa de este contaminante, entre otros.

En la presente propuesta de gestión se tienen por finalidad sensibilizar y concientizar en las buenas prácticas sobre el manejo y disposición final del AVU a través de las capacitaciones a los trabajadores en los establecimientos de expendio de alimentos, dentro de otras deficiencias que arriba el diagnostico. Además, se propone un gestor que mejor se adapte a las necesidades de estos establecimientos y que cumpla con la certificación y normativa vigente. De esta forma se pretende eliminar las malas prácticas de estos locales, al no saber qué hacer con este residuo.

#### **6.3.1. Objetivo**

Establecer un sistema de gestión para el correcto manejo y disposición final del aceite vegetal usado en los EEA en el límite urbano de la Comuna de la San Nicolás, sumado a proponer un gestor autorizado para la recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento de este residuo.

#### **6.3.2. Alcance**

La presente propuesta está estructurada específicamente para los establecimientos de expendio de alimentos, el cual cuenta con aproximadamente 23 establecimientos en el límite urbano de la comuna.

Por otro lado, las partes interesadas pertinentes para este sistema de gestión corresponden a las siguientes:

Tabla 13: Partes interesadas del sistema de gestión de AVU

<b>Partes interesadas internas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento de Medio Ambiente Aseo y ornato</li> <li>• Dueños de establecimientos de expendio de alimentos</li> <li>• Trabajadores de establecimientos de expendio de alimentos</li> <li>• Inversionistas de establecimientos de expendio de alimentos</li> <li>• Empresas gestoras de AVU para producir biodiesel</li> </ul>
<b>Partes interesadas externas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clientes de establecimientos de expendio de alimentos</li> <li>• Competidores de establecimientos de expendio de alimentos</li> <li>• Autoridades (SMA, MINSAL, MMA, entre otros)</li> <li>• Relleno Sanitario</li> <li>• Comunidad local</li> <li>• Planta de tratamiento de aguas servidas</li> </ul>

Elaboración propia

### 6.3.3. Referencias Normativa

Con respecto a la normativa por la cual se guía el proyecto es variada, pero los que tienen que ver directamente con el manejo y disposición final del vegetal usado como residuo son principalmente:

- Decreto con Fuerza de Ley N° 725, Código Sanitario, MINSAL.
- Resolución N°5081, Establece Sistema de declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales, MINSAL
- Decreto 977, Aprueba Reglamento Sanitario de los Alimentos, MINSAL
- Decreto 609, Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a la Descarga de Residuos Industriales Líquidos a Sistema de Alcantarillado, MOP.

- Decreto 594, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, MINSAL.
- Decreto 90, Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales, MINSEGPRES.
- Decreto Supremo N°1, Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), MMA.
- Ley 20.920, Establece Marco para La Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, MMA.
- Decreto Alcaldicio N°5477, Ordenanza para la protección y conservación del medioambiente, el fomento a la agroecología y salud ambiental de la comuna de San Nicolás.

#### **6.3.4. Diseño de la propuesta de sistema de gestión**

Durante la recopilación de datos e información obtenido a partir de las diferentes técnicas aplicadas en este trabajo, tanto cualitativas como cuantitativas descritas en el apartado 6.1, sobre el diagnóstico de manejo y disposición final de los AVUs, se evidencia las diferentes deficiencias en la gestión de AVU que se lleva a cabo en el límite urbano de la comuna de San Nicolás y esto es principalmente a que este convenio es relativamente nuevo y se basa solo en los servicios profesionales de recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento para la producción de biodiesel, que lleva a cabo la empresa gestora Rendering.

Entonces con la finalidad de poder corregir el mal manejo y disposición final del aceite vegetal usado por partes de los EEA del límite urbano de la comuna, primero que todo se propone un programa de sensibilización y capacitación a los establecimientos de expendio de alimentos y luego se abordara una propuesta para poder gestionar estos aceites en los todos EEA dentro del límite urbano de la comuna:

### 6.3.5. Propuesta de capacitación para el buen manejo y disposición final de los aceites vegetales usados.

Tabla 14: Propuesta de sensibilización y capacitación con respecto al buen manejo y disposición final de los AVUs a los EEA de la comuna

	Principales problemas detectados	¿Qué ocasiona?	Propuesta
			Programa para un correcto manejo y disposición de AVU
Mal Manejo y disposición final de los aceites vegetales usados en los EEA en el límite urbano de la comuna de San Nicolás	Mala disposición que le dan algunos EEA a los AVU	Contaminación de suelos, cuerpos de agua, alcantarillados, rellenos sanitarios, etc., por la mala disposición de aceites vegetales usados en EEA	Capacitaciones teóricas
	El desconocimiento de algunos EEA		Sesión 1: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes del problema y objetivo de la investigación.</li> <li>• Que son los aceites vegetales y los aceites vegetales usados</li> <li>• Problemática del aceite y su normativa en Chile</li> <li>• Impactos negativos por mal manejo y disposición final del AVU</li> </ul> Sesión 2:

	con respecto a los impactos negativos que genera la mala disposición de AVU		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son los gestores de AVU?</li> <li>• Producción de biodiesel a través del AVU</li> <li>• Buen manejo y disposición final de AVU</li> </ul>
	Inexistencia de programas para el correcto manejo y disposición de AVU en la comuna		Seguimiento de la propuesta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroalimentación</li> <li>• Ampliar el programa a otros sectores de la comuna</li> </ul>
	Desconocimiento de la normativa en el sector		
	Desconocimiento de productos que se generan con el AVU		

Fuente: elaboración propia

La tabla 14 muestra el diseño de la propuesta de capacitaciones, la cual está dividida en 3 etapas, la primera describe los problemas detectados en los EEA con respecto al mal manejo y disposición final del AVU, los cuales se detectaron en el diagnóstico realizado en el apartado 6.1, estos fueron:

- Mala disposición que le dan algunos EEA a los AVU
- El desconocimiento de algunos EEA con respecto a los impactos negativos que genera la mala disposición de AVU
- Inexistencia de programas para el correcto manejo y disposición de AVU en la comuna
- Desconocimiento de la normativa en el sector

- Desconocimiento de los productos que se generan con el AVU

La segunda etapa de la tabla 14 describe los impactos negativos que ocasiona un mal manejo y disposición final de AVU. Y en la última parte de la tabla describe la propuesta para corregir el mal manejo y disposición final del AVU en los establecimientos de expendio de alimentos.

La descripción de las etapas de esta propuesta de gestión para la capacitación en el buen manejo y disposición final del AVU en los EEA para el límite urbano de San Nicolás se divide en 3 y se describen a continuación.

Capacitaciones teóricas: Estas capacitaciones teóricas llevarán a cabo a través de forma remota por las plataformas zoom, teams o similares, se llevará a cabo por un capacitador que conozca los temas a abordar. Las sesiones se llevarán a cabo en un tiempo aproximado de 2 horas por sesión, las cuales se presentarán a través de una presentación power point. Las sesiones de las capacitaciones teóricas se llevarán a cabo de la siguiente forma:

Sesión 1: En esta sesión se mostrarán todos los antecedentes con respecto a la generación y gestión de los aceites vegetales usados a nivel mundial, nacional y local. También se abordará la composición de los aceites vegetales y el proceso que sufren para convertirse en el residuo de AVU, sumado a las problemáticas que trae el mal manejo y disposición final de AVU. Finalmente se detallarán las principales normativas que se rigen en Chile para abordar este residuo, como la ley 20.920, el Decreto 90, Decreto 609, entre otros.

Sesión 2: Para esta sesión se explicará que son los gestores de aceite vegetal usado, detallar los principales gestores que tratan este residuo para la generación de biodiesel principalmente y contextualizar el proceso de gestión que realizan (recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento). Igualmente se enseñará el proceso de producción de biodiesel, para que sepan que se hace con su aceite recolectado y explicar la importancia de reciclar este residuo. Finalmente se presentará el buen manejo y disposición final del AVU para que las personas sepan la correcta manera de manipularlo y así evitar la contaminación a partir de este contaminante.

Luego de capacitarse en los temas abordados se realizará un cuestionario para evaluar si se entendió el tema y se dará entrega de un sello sobre “Buenas prácticas en manejo y disposición final de aceites vegetales usados” a las personas que participaron de este programa.

Seguimiento: Luego de que se les entrega el sello de “Buenas prácticas en manejo y disposición final de AVU”, se pretende dar un seguimiento a las personas que participaron para poder compartir sus experiencias con respecto a la gestión de aceites vegetales usados y reforzar temas sobre correcto manejo y disposición final de AVU. Esta etapa se hará de forma presencial o remota a través de las plataformas ya nombradas.

Como indicador para esta etapa se utilizarán:

- Un cuestionario tipo test para evaluar como a entendido este tema la gente presente en la capacitación.
- Un sello sobre “buenas prácticas de manejo y disposición final de residuos”.

A medida que esta capacitación siga avanzando se desea ampliar este programa a mas EEA, para expandir el conocimiento a nivel local sobre el buen manejo y disposición final de este contaminante.

#### **6.3.6. Propuesta de gestor de AVU para los EEA, a través de la generación de biodiesel en el límite urbano de la comuna de San Nicolás.**

Para poder cumplir con el correcto manejo y disposición final del aceite vegetal usado de los EEA en el límite urbano de la comuna, se procede a proponer un gestor autorizado para reciclar este residuo y al mismo tiempo dar cumplimiento a la ley 20.920, específicamente en el artículo 25 y 30 los cuales se basan en que las municipalidades puedan generar convenios con gestores autorizados.

Dentro de los principales gestores de aceite vegetal usado que se identificaron en el país que se encuentran la empresa Rendering, Ekufal, Bioils y Covemar, dentro de esta empresa las que cuentan con mayor reputación y tiempo en el mercado de servicios profesionales de retiro, transporte, almacenamiento y tratamiento de AVU para la generación de biodiesel son Rendering y Bioils, la logística de este proceso se puede observar en la figura 16.

Debido a que la municipalidad y 15 de los 23 EEA estudiados en el límite urbano de la comuna ya cuentan con un convenio para gestionar sus residuos con Rendering, el cual presenta varias ventajas como gestor, ya que cuenta con la autorización sanitaria para recolección, transporte, almacenamiento, manejo y destinatario final, además cuenta con la certificación ISCC-EU, sumado a estar implementando últimamente camiones 100% eléctricos, se propone que la municipalidad siga el convenio con esta prestigiosa empresa, pero no sin antes proponer algunas sugerencias para mejorar la gestión de este residuo en los establecimientos de expendio de alimentos.

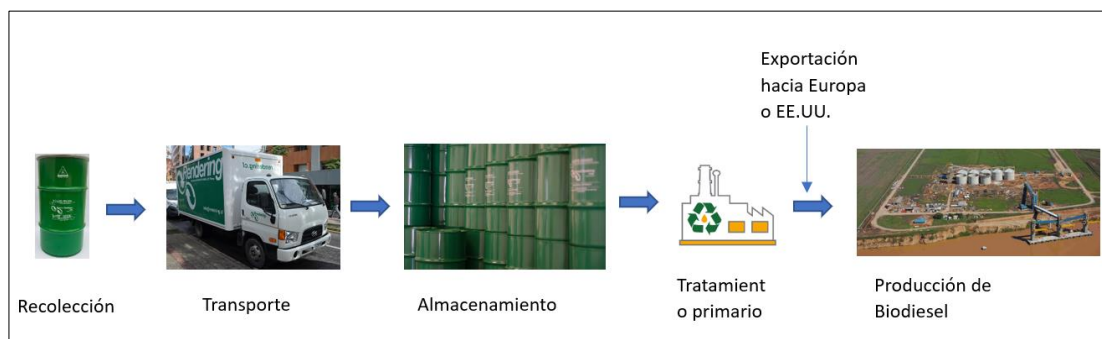


Figura 15: Proceso de gestión del AVU para la generación de biodiesel

Fuente: Elaboración propia

Propuestas para sistema de gestión:

- Que la empresa y la municipalidad consoliden el convenio a través de periodos mayores a un año (como se hace actualmente), de esta forma se mantendrá vigente fianza en el sistema de gestión y así se puedan lograr metas propuestas.

- Que el convenio abarque la totalidad de EEA del límite urbano San Nicolás, para así tener la confianza de que se están tratando todos los AVU en la comuna y se dejen de disponer de mala forma en todo el territorio urbano.
- Ver la factibilidad de anclar los contenedores para evitar robos, como han ocurrido anteriormente y así evitar que circule aceite reutilizado en el sector, lo cual provoca varios problemas a la salud de la población.
- Ver la factibilidad de crear un centro de acopio en la municipalidad en casos de que el gestor de aceite no logre recoger el AVU en momento programado y así evitar posibles saturaciones y derrames de los contenedores.
- Realizar la recolección acorde a lo visto en el diagnóstico en donde los EEA encuestados, prefieren que se entreguen contenedores entre 5 a 20 litros y que se retiren una vez por semana, dejando un horario específico para el retiro del AVU de todos los establecimientos de expendio de alimentos. sumado a esto, ver la factibilidad de entregar un contenedor por EEA y no tener 1 contenedor cada 2 o 3 locales.
- Que la Municipalidad solicite los datos mensuales de la cantidad de aceite vegetal usado que recolecta la empresa gestora, para declarar este residuo a través de la plataforma ventanilla única y el sistema sectorial SINADER (Sistema Nacional de Declaración de Residuo), y así tener una correcta trazabilidad del aceite que se recicla en la comuna y al mismo tiempo dar

cumplimiento a D.S. 1 del MMA, sobre el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.

- Que la municipalidad entregue un sello a los establecimientos que gestionan este residuo con la empresa gestora, ya que así le dará más prestigio los EEA de la comuna frente a otros competidores.
- Ampliar el sistema de gestión hacia otros sectores urbanizados y que cuentan con gran cantidad de EEA, como lo es Puente Ñuble, Dadinco, entre otros.

Los indicadores para poder medir el sistema de gestión en el tiempo son:

- La cantidad de kg de AVU que se recolectan en los EEA en la comuna.
- La cantidad de EEA que se registran en este sistema de gestión.

Para finalizar, se deben hacer revisiones semestrales de los indicadores y las propuestas para ver el desempeño del sistema de gestión e ir viendo que mejoras se irán realizando.

## **7. CONCLUSIONES**

A través del diagnóstico realizado en el territorio se identificaron 23 EEA de los cuales se pudieron encuestar 18 y se obtuvo los datos de generación de AVU aproximado, además de ciertos problemas que trae la gestión del aceite vegetal usado en la comuna actualmente. Con respecto a la cantidad de aceite vegetal usado aproximado obtenido, se observa que se generan 3.206 kg de AVU en los EEA encuestados, por otro lado se observa que 15 de los locales

encuestados entregan los AVUs a la empresa Rendering, pero aun así hay empresas que lo disponen erróneamente, otro dato importante obtenido es que el 100% de los establecimientos no conoce la normativa sobre gestión y vertimiento de aceites vegetales usado, por otro lado la el 83% que entrega recicla su aceite no sabe cómo se trata este residuo y que se puede producir biodiesel, siendo que lo entregan para la producción de este biocombustible, y como último dato el 72% de los encuestados prefiere que le entreguen contenedores de 5 a 20 litros y que los retiren semanalmente.

Por otro lado, a través de la investigación sobre las empresas gestoras de AVU, se observa que las 4 empresas tienen más o menos las mismas características en los procesos y normativa, los cuales se basan principalmente en entregar servicio profesional de retiro, transporte, almacenamiento y tratamiento para la generación de biodiesel, y donde el AVU ya refinado se exporta a Europa o EE. UU. para producir este biocombustible.

Por lo tanto, la implementación de este sistema de gestión donde se busca capacitar a los encargados de los EEA para el correcto manejo y disposición final AVU, es una gran oportunidad para mitigar los impactos negativos que se genera por este residuo, además se propone al gestor de AVU más acorde a la necesidad de los EEA para poder realizar la correcta disposición, sumado a algunos indicadores propuestos para analizar el desempeño del sistema de gestión a través del tiempo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abicont (España). Recogida de aceite vegetal usado [en línea]. Abicont, España <Recogida de aceite usado - Abicont> [consultado: 18 de marzo de 2023].
2. ANIR. 2020. [en línea]. ANIR, Chile. <<https://anir.cl/>> [Consulta: 6 de octubre de 2022].
3. Blue Ridge Biofuels (EE.UU.) 2017. Reciclaje de aceite de concina para restaurantes [en línea]. Blue Ridge Biofuels, EE.UU. <Reciclaje de aceite de cocina para restaurantes – Blue Ridge Biofuels>. [consultado: 23 de marzo de 2023].
4. Bioils. 2019. [en línea]. Bioils Chile. <<https://www.bioilslatam.com/>>. [Consulta: 5 de octubre de 2022]
5. Bravo, R. 2019. Diagnóstico del sistema de gestión de reciclaje de aceites vegetales usados en la comuna de algarrobo. Proyecto de título, Ingeniero de Ejecución en gestión y control ambiental. Universidad Técnica Federico Santa María. Concepción, Chile
6. Caneo, R. 2016. Prefactibilidad en la implementación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite vegetal usado. Memoria de título, Ingeniería Industrial. Facultad de ingeniería Industrial. Santiago, Chile.
7. Clear energy biofuels (EE.UU) 2022. Recogida de aceite de cocina usado en Monroe, GA. [en línea]. Clear energy biofuels, EE.UU. <Recolección

- de aceite de cocina usado en Monroe, GA | Biocombustibles de energía limpia (cleanenergybiofuels.com)>. [consultado: 20 de marzo de 2023].
8. Covemar. 202?. [en línea]. Covemar, Chile. <<https://covemar.cl/>>. [Consulta: 25 de junio de 2023]
  9. Decreto 977. Norma que “aprueba reglamento sanitario de los alimentos”.
  10. Chen, C., Chitose, A., Kusadokoro, M., Nie, H., Xu, W., Yang, F., & Yang, S. 2021. Sustainability and challenges in biodiesel production from waste cooking oil: An advanced bibliometric analysis. *Energy Reports*, 7, 4022–4034. <<https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.06.084>>. [consultado: 8 de octubre de 2022].
  11. Ecoleo (Chile) 2019. Aceite vegetal usado [en línea]. Ecoleo, Chile. <Aceite Vegetal Usado: El Contaminante Silencioso | ECOLEO>. [consultado: 23 de marzo de 2023].
  12. Ekufal. 2017. [en línea]. Ekufal, Chile. <<http://www.ekufalChile.cl/empresa.html>>. [Consulta: 25 de septiembre de 2022]
  13. Gioia, G. 2013. Gestión Integral de Aceites Vegetales Usados (AVUs). Udemy, 30. Obtenido de <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/474/1/TFI%20Gioia.pdf>
  14. González, I., & González, J. A. 2015. Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras. *Aguasresiduales. Info*, 1-8.

15. Interreg (España). 202?. Servicio de recogida y tratamiento de aceite vegetal usado (AVU) [en línea]. Interreg, España. <Servicio de recogida y tratamiento de aceite vegetal usado (AVU) – ONEP (oninclusiventrepreneur.com)>. [consultado: 18 de marzo de 2023].
16. Khan, H. M., Iqbal, T., Yasin, S., Irfan, M., Kazmi, M., Fayaz, H., Mujtaba, M. A., Ali, C. H., Kalam, M. A., Soudagar, M. E. M., & Ullah, N. (2021a). Production and utilization aspects of waste cooking oil based biodiesel in Pakistan. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5831–5849. <<https://doi.org/10.1016/J.AEJ.2021.04.043>>. [consultado: 06 de septiembre de 2022]
17. Ley 20.920. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. <<https://www.bcn.cl/leyChile/navegar?i=1090894&f=2016-06-01>>
18. Márquez, L. 2013. Diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en cañete para producir biodiesel. Tesis de pregrado, Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Lima, Perú.
19. MMA (Chile). 2021. Sexto reporte del estado del medio ambiente 2021, Chile.
20. PLADECO 2018-2024. (201?). Plan de desarrollo Comunal. Comuna de San Nicolás.

21. Pozo, J. 2022. Estudio del manejo y disposición final del aceite vegetal usado en la cooperativa El Fortín-Guayaquil. Proyecto de título, Ingeniero Industrial. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial. Guayaquil, Ecuador.
22. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [2022].
23. Rendering. 2017. [en línea]. Rendering, Chile. <<http://www.rendering.cl/>> [Consulta: 1 de octubre de 2022]
24. Reyes, D. 2018. Estudio de la generación de aceites usados en los diferentes establecimientos de comida y su reutilización industrial. Tesis de pregrado, Ingeniero Industrial. Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Piura, Perú.
25. Rojas, H. 2021. Caracterización de la logística de recolección, tratamiento y exportación de aceite de cocina usado en Colombia. Trabajo de título, Especialista en gerencia logística comercial nacional e internacional. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Administrativas. Bogotá, Colombia.
26. Sahar, Sadaf, S., Iqbal, J., Ullah, I., Bhatti, H. N., Nouren, S., Habib-ur-Rehman, Nisar, J., & Iqbal, M. (2018). Biodiesel production from waste cooking oil: An efficient technique to convert waste into biodiesel.

- Sustainable Cities and Society, 41(2017), 220–226.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.037>
27. Singh, D., Sharma, D., Soni, S. L., Inda, C. S., Sharma, S., Sharma, P. K., & Jhalani, A. (2021). A comprehensive review of biodiesel production from waste cooking oil and its use as fuel in compression ignition engines: 3rd generation cleaner feedstock. *Journal of Cleaner Production*, 307. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127299>
28. Solarte, N., Vargas, M. 2013. Diseño de las estrategias de recolección del aceite de cocina usado para su reutilización en la producción de biodiesel en cuatro barrios de la ciudad de Cali. Proyecto de título, Profesional en Mercadeo y Negocios Internacionales y Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Occidente, Facultad Ciencias Económicas y Administrativas, Departamento de Ciencias Administrativas. Santiago de Cali, Colombia.
29. Sonne (México) 2022. Recolección de aceite usado. [en línea]. Sonne, México. <Recolección de Aceite Usado | Sonne Recolección | México (sonnerecoleccion.com) >. [consultado: 23 de marzo de 2023]
30. Tacias V.G., A. Rosales, B. Torrestiana. 2016. Evaluación y caracterización de grasas y aceites residuales de cocina para la producción de biodiésel: un caso de estudio. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(3), 303-313.  
<https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.03.05>

31. Torres. V. 2021. Residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Pinto, Región de Ñuble: situación actual y tendencias. Tesis de pregrado, Ingeniería Ambiental. Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Chillán, Chile.

## 9. ANEXO

Anexo 1.

Encuesta sobre consumo y gestión de aceites vegetales usados (AVU) a locales de comida en la Comuna de San Nicolás

Nombre del local: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Dirección del local: \_\_\_\_\_

1. ¿Usted utiliza aceite vegetal para la elaboración de alimentos en su establecimiento?
  - a) Si (pase a la pregunta 2)
  - b) No (encuesta suspendida)
2. ¿Cuánto litros de aceite utiliza al mes aproximadamente?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cómo elimina el aceite después de utilizarlo para freír?
  - a) Lo tira al desagüe
  - b) Lo tira al suelo
  - c) Reenvasarlo y los tira a la basura domiciliaria
  - d) Reenvasarlo y entregar a una empresa gestora de AVU. De ser así ¿qué empresa y con qué frecuencia pasa?  
\_\_\_\_\_
  - e) Otros \_\_\_\_\_

4. ¿Conoce los impactos que genera darle una inadecuada disposición a los aceites vegetales usados?
  - a) No conozco
  - b) Obstrucción de alcantarillados y plantas de tratamientos
  - c) Contaminación de Suelos y cuerpos de aguas
  - d) Proliferación de bacterias y patógenos
  - e) Otros \_\_\_\_\_
5. ¿Conoce la normativa vigente sobre vertimiento y límites permitidos de aceites en cuerpos de agua y alcantarillado?
  - a) Si
  - b) No
6. ¿Sabe de algún producto que se pueda generar con los aceites de cocina usados?
  - a) No conozco
  - b) Jabón
  - c) Velas
  - d) Biodiesel
  - e) Otros \_\_\_\_\_
7. ¿Sabe lo que es el biodiesel y para que se utiliza?
  - a) Si
  - b) No
8. ¿Estaría dispuesto a conservar el AVU contenedores para luego entregarlos para la elaboración de biodiesel?
  - a) Si
  - b) No
  - c) Si, solo si dan algún incentivo económico
9. Si está dispuesto a entregar su aceite vegetal usado, ¿con qué frecuencia y método de recolección le gustaría que ocurriera?
  - a) Contenedores de 5 a 20 litros que se retiren una vez llenos

- b) Contenedores de 5 o 20 litros que se retiren una vez por semana
- c) Entregar los AVU en botellas en un punto limpio fijo (campanas de recolección en los puntos limpios ya instalados en la comuna)
- d) Otros \_\_\_\_\_

## Anexo 2

Tabla 15: Lista con nombres de los EEA del límite urbano de San Nicolás

<b>Encuesta N°</b>	<b>Nombre del local de comida</b>
Encuesta 1	El rincón del carrito
Encuesta 2	Ari comida al paso
Encuesta 3	Los monos blancos
Encuesta 4	Ke komo
Encuesta 5	Hugito sandwich
Encuesta 6	El maná
Encuesta 7	El simpático
Encuesta 8	El bajo
Encuesta 9	La mano de mamá
Encuesta 10	La Martita
Encuesta 11	Tía Ali
Encuesta 12	La pica del plaza
Encuesta 13	Emiolma

Encuesta 14	Sushi Romi
Encuesta 15	Zuri bowl
Encuesta 16	Carrito 3
Encuesta 17	Onde' la Almura
Encuesta 18	Koch Koffe

### Anexo 3

Entrevista a encargada del medio ambiente de la comuna de San Nicolás.

Sabiendo que la municipalidad tiene un convenio con una empresa gestora de aceites vegetales usados gracias a una investigación previa se realizan las siguientes preguntas.

1. ¿De qué se trata el convenio de la municipalidad con la empresa gestora de AVU?
2. ¿Este convenio es permanente o se renueva?
3. ¿El municipio hizo un diagnóstico de la situación actual con respecto al consumo y gestión de aceites vegetales usados establecimientos de expendio de alimentos en la comuna?
4. ¿la municipalidad declara los aceites vegetales usados en el sistema nacional de declaración de residuos (SINADER)?

