

ESTUDIO DEL MERCADO DE ACEITES USADOS DE COCINA EN CHILE Y SU POTENCIAL COMO INSUMO PARA ELABORAR DIÉSEL RENOVABLE Y SAF



Estudio publicado por la Agencia de Sostenibilidad Energética en el marco del programa público de la Subsecretaría de Energía, “Programa de impulso al hidrógeno verde en Chile por un desarrollo local sostenible y liderazgo internacional” y del Programa Vuelo Limpio.

Autores:

Estudio desarrollado por Hinicio.

Valentina Nogueira
Laura Isabel Delgadillo
Leonardo Pérez
Nicolás Vásquez
María de los Ángeles Valenzuela



Revisión:

- Agencia de Sostenibilidad Energética: Fernanda Cabañas, Cristóbal Correa y Mariela Martínez.
- Junta de Aeronáutica Civil: Sebastián Flores y Claudia Atiquipa.
- Ministerio de Energía: Ángel Caviedes y Christian Malebrán.

Santiago, junio 2026.



Resumen ejecutivo

La descarbonización del transporte aéreo constituye uno de los principales desafíos para el cumplimiento de los compromisos climáticos de Chile y del contexto internacional. A diferencia de otros sectores, la aviación dispone de alternativas tecnológicas limitadas en el corto y mediano plazo, lo que ha posicionado al SAF como la principal vía para reducir emisiones sin requerir modificaciones sustantivas en aeronaves ni en la infraestructura existente. Dentro de este marco, el aceite usado de cocina (UCO) ha adquirido una relevancia estratégica a nivel global, tanto por su carácter residual como por su contribución a la economía circular y su alta elegibilidad en los mercados regulados de biocombustibles avanzados, particularmente para la producción de SAF y HVO.

En este contexto, el presente estudio, alineado con la Hoja de Ruta SAF 2050 del Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y la Agencia de Sostenibilidad Energética en el marco del programa Vuelo Limpio, tiene por objetivo caracterizar y cuantificar el mercado del UCO en Chile, identificar brechas y oportunidades para su valorización y evaluar su potencial como materia prima para la producción de combustibles renovables, generando insumos técnicos que permitan orientar decisiones de política pública y fortalecer el posicionamiento del país en los mercados emergentes de combustibles de bajas emisiones.

El análisis se desarrolló mediante revisión de antecedentes técnicos y normativos, análisis comparado de experiencias internacionales relevantes, uso de información estadística y registros oficiales, y levantamiento de evidencia primaria a través de entrevistas semiestructuradas a actores de la cadena de valor del UCO. Esta información se utilizó de manera integrada con fuentes secundarias para robustecer el análisis y anclarlo en la realidad operativa del sector.

El análisis internacional muestra que la valorización energética del UCO no depende únicamente de su disponibilidad física, sino de la existencia de marcos regulatorios claros, sistemas de trazabilidad robustos, fiscalización efectiva y una coordinación público-privada sostenida. Los países que han logrado altas tasas de recolección presentan esquemas de gobernanza consolidados, obligaciones claras para los generadores y mecanismos de incentivo que reducen la informalidad. En contraste, la ausencia de estas condiciones tiende a fragmentar el mercado, favorecer el desarrollo de prácticas informales, exportaciones desarticuladas y limitar el aporte del UCO a los objetivos de descarbonización. Este análisis permitió identificar aprendizajes clave a partir de casos como Corea del Sur y Estados Unidos, así como experiencias regionales en Uruguay y Colombia, que resultan pertinentes para el diseño de políticas en el contexto chileno.

En Chile, la caracterización del mercado de UCO evidencia una estructura fragmentada en las etapas iniciales de la cadena de valor, con una recolección formal concentrada principalmente en grandes generadores del sector comercial e industrial, en particular HORECA, y una participación limitada del segmento domiciliario. Se estima que el potencial actual de generación de UCO en el país alcanza del orden de 128 kt/año, mientras que la recolección formal representa solo alrededor de un 9 a 12% de dicho potencial. Esta brecha responde a factores estructurales, entre los que destacan la ausencia de un marco regulatorio específico para el UCO, limitaciones en los sistemas de información y trazabilidad, altos costos logísticos asociados a la dispersión de los generadores y la persistencia de circuitos informales. Adicionalmente, una proporción significativa del UCO

formalmente recolectado se destina a la exportación, impulsada por mejores condiciones económicas y regulatorias en los mercados internacionales, mientras que el mercado nacional presenta usos locales aún incipientes, mayoritariamente de baja escala o carácter demostrativo.

En este contexto, cada unidad de UCO recolectada de manera trazable adquiere un valor estratégico que trasciende su relevancia local. El UCO chileno no compete exclusivamente en el mercado doméstico, sino que se inserta en una cadena de valor internacional, en la que la disponibilidad de materia prima certificada condiciona la viabilidad de proyectos HEFA en distintas geografías. Esto explica la presión exportadora que enfrenta actualmente el UCO formalmente recolectado en Chile, cuya comercialización se orienta mayoritariamente al exterior ante la ausencia de compradores institucionales locales con compromisos de largo plazo. En este sentido, el potencial de producción estimado no debe interpretarse únicamente como una medida de cobertura de la demanda doméstica, sino como la cuantificación de un activo estratégico, cuya valorización depende tanto de las políticas nacionales de retención como de la credibilidad y robustez del sistema de trazabilidad que lo sustenta.

Sobre la base de escenarios de recolección y considerando coeficientes de conversión representativos del coprocesamiento de UCO en refinerías y la ruta tecnológica HEFA, el estudio estima el potencial de producción de SAF y HVO a partir de la totalidad del UCO disponible proyectado para el año 2035 en Chile, considerando que una planta HEFA procesa UCO produciendo simultáneamente ambos combustibles en proporciones que dependen de la configuración del proceso. Los resultados muestran que, si se mantienen las condiciones actuales de recolección de en torno al 10% del potencial, la contribución del UCO a la producción de SAF es marginal. Sin embargo, en escenarios con mejoras graduales o integrales en regulación, trazabilidad e infraestructura de recolección, el potencial aumenta de manera significativa. En un escenario optimista, con una recolección del 75% del potencial de UCO proyectado para 2035, que asume la implementación de un sistema integral de gestión del UCO, la producción potencial de SAF a través de la ruta HEFA podría alcanzar hasta aproximadamente 99 millones de litros anuales, lo que representaría un 4,1% de la demanda nacional de combustible de aviación proyectada al mismo año, equivalente al abastecimiento del transporte de aproximadamente 2,5 millones de pasajeros aéreos al año. En el mismo escenario optimista de recolección, una configuración de planta orientada a maximizar la producción de HVO en lugar de SAF podría alcanzar hasta 110 millones de litros/año. Ambas cifras corresponden a configuraciones alternativas de la misma capacidad productiva y no son acumulables.

Complementariamente, en el caso del coprocesamiento en refinerías (vía identificada por el Estudio de Factibilidad SAF de la OACI (2025) como la más próxima a implementarse en Chile antes de 2030), la producción potencial está determinada por el límite operativo vigente del 5% sobre la materia prima renovable incorporada en la corriente fósil, y no por la disponibilidad de UCO. Bajo el escenario base de recolección, esta vía podría producir hasta 16 millones de litros/año de SAF, cifra que alcanza un máximo de 26 millones de litros/año cuando se opera al límite de la capacidad de la Refinería Aconcagua, equivalente al 1,1% de la demanda doméstica proyectada para 2035. Si bien estos volúmenes son más acotados que los de una planta HEFA dedicada, el coprocesamiento representa una alternativa temprana y pragmática para iniciar la producción nacional de SAF aprovechando la infraestructura existente, con menores requerimientos de inversión y en un horizonte temporal más cercano.

Estos resultados confirman que el UCO puede jugar un rol relevante como materia prima de transición en el corto y mediano plazo, previo al despliegue a mayor escala de combustibles sintéticos (SAF producidos a partir de hidrógeno verde y CO₂ capturado mediante rutas como Power-to-Liquid), que aún se encuentran en etapas tempranas de desarrollo comercial.

A partir de este análisis, el estudio identifica un conjunto de recomendaciones de política pública orientadas a reducir la brecha entre el potencial de generación y la recolección efectiva del UCO, fortalecer su certificación de sostenibilidad y habilitar su valorización local. Estas recomendaciones se estructuran en torno a la necesidad de reforzar la gobernanza y coordinación institucional, mejorar la regulación, la trazabilidad y la fiscalización del sistema de recolección, y generar señales de demanda que permitan viabilizar el desarrollo de cadenas locales de producción de combustibles sostenibles. En conjunto, el informe concluye que Chile cuenta con un potencial relevante de UCO aún no aprovechado y que su valorización requiere una implementación coordinada y progresiva de instrumentos normativos, económicos y operativos, con el fin de transitar desde un mercado fragmentado e informal hacia una cadena de suministro de UCO trazable, certificable y alineada con los estándares internacionales de sostenibilidad.

Agradecimientos

Se agradecen las valiosas contribuciones de las personas entrevistadas, cuyas perspectivas y experiencias enriquecieron de manera significativa los resultados de este estudio, permitiendo un análisis más profundo y contextualizado de los temas abordados:

- Biogold
- Covemar
- Zhana Solutions
- BioD
- Muta World
- Rendering
- Alcoholes del Uruguay S.A.
- Arcos Dorados
- Axiolong
- Bioprocess
- Empresa Nacional del Petróleo
- Ministerio del Medio Ambiente
- Suralis
- Dobco
- Ekufal
- Relleno Sanitario Santa Marta
- Aguas Andinas
- Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático

Cabe señalar que el orden en que se mencionan las empresas responde únicamente al momento en que se realizaron las entrevistas.

Abreviaciones

µm	Micrometro
ADB	Asian Development Bank / Banco Asiático de Desarrollo
ALUR	Alcoholes del Uruguay S.A.
ANCAP	Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland de Uruguay
ANID	Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
APL	Acuerdo de Producción Limpia
ASCC	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
AgenciaSE	Agencia de Sostenibilidad Energética
ASTM	American Society for Testing and Materials / Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales
BID Invest	Corporación Interamericana de Inversiones
BIS	Business Implementation Study
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales
CARB	California Air Resources Board / Junta de Recursos del Aire de California
CE	Comisión Europea
CEF	CORSIA Eligible Fuel / Combustible admisible por CORSIA
CFC	Common Fund for Commodities / Fondo Común para los Productos Básicos
CH	Reactor de hidrotérmolisis catalítica
CHJ	Hidrotérmolisis catalítica
CIF	Climate Investment Funds / Fondos de inversión climática
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO	Monóxido de carbono

CO₂	Dióxido de carbono
CO₂eq	Dióxido de carbono equivalente
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation / Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional
CPBIO	Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos
ECPA	Energy and Climate Partnership of the Americas / Alianza de Energía y Clima de la Américas
EE.UU.	Estados Unidos de América
EFCC	Estrategia Financiera frente al Cambio Climático
EIB	European Investment Bank / Banco Europeo de Inversiones
ENAP	Empresa Nacional del Petróleo
EPA	Environmental Protection Agency / Agencia de Protección Ambiental
DFL	Decreto con Fuerza de Ley
DS	Decreto Supremo
FAME	Fatty Acid Methyl Esters / Biodiésel obtenido por transesterificación
FFA	Free Fatty Acids / Ácidos grasos libres
Fedebiocombustibles	Federación nacional de biocombustibles de Colombia
FOG	Fats, Oils and Grease / Grasas, aceites y lubricantes
GBEP	Global Bioenergy Partnership / Alianza Mundial para la Bioenergía
GBP	Great Britain Pound / Libra esterlina
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HDC	Hidrocraqueo
HDI	Hidroisomerización
HDO	Hidrodesoxigenación

HEFA	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids / Ésteres y ácidos grasos hidroprocesados
HEFA-SPK	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids - Synthetic Paraffinic Kerosene / Kerosene parafínico sintético de ésteres y ácidos grasos hidroprocesados
HORECA	Hotelería, restaurantes y cafetería.
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil / Diésel renovable
ICCT	International Council on Clean Transportation / Consejo Internacional de Transporte Limpio
ICP	Inductively Coupled Plasma / Plasma Acoplado Inductivamente
IEA	International Energy Agency / Agencia Internacional de Energía
IFC	International Finance Corporation / Corporación Financiera Internacional
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INN	Instituto Nacional de Normalización
IoT	Internet of Things / Internet de las Cosas
IRA	Inflation Reduction Act / Ley de Reducción de la Inflación
ISCC	International Sustainability and Carbon Certification / Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono
ISO	International Organization for Standardization / Organización Internacional de Normalización
IVA	Impuesto al Valor Agregado
JAC	Junta de Aeronáutica Civil
KBEA	Korea Bioenergy Association / Asociación de Bioenergía de Corea
KfW	Banco de Desarrollo de Alemania
KOH	Hidróxido de potasio
kt	Kilo toneladas

LCFS	Low Carbon Fuel Standard / Estándar de Combustibles Bajos en Carbono
MAS	Desarrollo Medioambientalmente Sostenible
MINSAL	Ministerio de Salud
MIU	Moisture, Impurities and Unsaponifiables / Humedad, impurezas e insaponificables
MJ	Megajulio
mm	Milímetro
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MTT	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
NaOH	Hidróxido de sodio
NCh	Norma Chilena
NARA	North America Renderers Association / Asociación de Renderizadores de América del Norte
NORA	National Oil Recyclers Association / Asociación Nacional de Recicladores de Aceite
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OEА	Organización de Estados Americanos
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEV	Punto de Entrega Voluntaria
PFAD	Palm Fatty Acid Distillate / Destilado de Ácidos Grasos de Palma
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppm	Partes por millón

PTAS	Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas
PTD	Product Transfer Documents / Documentos de Transferencia de Producto
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act / Ley de Conservación y Recuperación de Recursos
RED	Renewable Energy Directive / Directiva de Energías Renovables
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
RFS	Renewable Fuel Standard / Estándar de Combustibles Renovables
RIN	Renewable Identification Numbers / Números de Identificación Renovable
RSB	Roundtable on Sustainable Biomaterials / Mesa Redonda sobre Biomateriales Sostenibles
RTFO	Renewable Transport Fuel Obligation / Obligación de Combustible Renovable para el Transporte
SAF	Sustainable Aviation Fuel / Combustible de aviación sostenible
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
SERCOTEC	Servicio de Cooperación Técnica
SINADER	Sistema Nacional de Declaración de Residuos
SCS	Sustainability Certification Scheme / Esquema de Certificación de Sostenibilidad
SMA	Superintendencia del Medio Ambiente
TRL	Technology Readiness Level / Nivel de madurez tecnológica
UCO	Used Cooking Oil / Aceite de Cocina Usado
UE	Unión Europea
UK	United Kingdom / Reino Unido

Glosario

Ácidos grasos libres (AGL)

Ácidos grasos que no están enlazados a una molécula de glicerol, presentes en el aceite como resultado de la hidrólisis de triglicéridos durante el uso térmico.

Bacterias filamentosas

Son un tipo de bacterias que crecen formando estructuras alargadas, similares a hilos o filamentos, en lugar de presentarse como células individuales aisladas.

Biocombustible de segunda generación

Combustible producido a partir de materias primas residuales o no competitivas con la cadena alimentaria, como aceites de cocina usados, grasas de origen animal o residuos lignocelulósicos. A diferencia de los biocombustibles de primera generación, obtenidos a partir de cultivos alimentarios como maíz, caña de azúcar o aceite de palma, los de segunda generación no compiten con la producción de alimentos, lo que reduce su impacto sobre el uso del suelo y mejora su perfil de sostenibilidad.

Biodiesel

Combustible renovable que se puede obtener principalmente a partir de aceites.

Cadena de custodia

Sistema que permite asegurar la trazabilidad y la integridad de una materia prima a lo largo de la cadena de suministro, evitando el doble conteo, el fraude y la reclasificación indebida.

Certificación

La certificación se sustenta en la existencia de estándares o esquemas reconocidos que permiten realizar una verificación formal del cumplimiento de los criterios establecidos, a través de una trazabilidad adecuada y la implementación de sistemas de cadena de custodia.

Coalescencia

Fenómeno físico por el cual pequeñas gotas dispersas de una fase líquida se unen progresivamente para formar gotas de mayor tamaño hasta separarse de la fase continua (el aceite) por diferencia de densidad.

Combustible de aviación sostenible (SAF)

Combustible de aviación renovable o derivado de residuos que cumple con criterios de sostenibilidad.

Combustible *drop-in*

Combustible que puede sustituir total o parcialmente a un combustible fósil convencional sin requerir modificaciones en los motores ni en la infraestructura de transporte, almacenamiento o distribución existentes.

Hidroisomerización	Etapa posterior al hidrotratamiento para convertir n-parafinas en iso-parafinas, reduciendo el punto de congelación y obteniendo combustible HEFA-SPK apto para aviación.
Diesel renovable (HVO)	Biocombustible de segunda generación producido mediante la hidrogenación catalítica de aceites y grasas de origen residual, como el aceite de cocina usado. Es químicamente equivalente al diésel fósil y puede utilizarse en motores convencionales sin modificaciones, tanto en mezcla como en forma pura.
MIU	Indicador usado en comercio de UCO y grasas que cuantifica humedad, impurezas y compuestos insaponificables.
Número ácido	Medida de la cantidad de componentes ácidos presentes en una sustancia, comúnmente lubricantes, aceites o grasas.
Polimerización térmica	Proceso de degradación por el que las moléculas de ácidos grasos insaturados, sometidas a calor repetido, forman cadenas moleculares de mayor peso mediante la unión entre radicales libres.
Radicales libres	Especies moleculares con un electrón desapareado, altamente reactivas, generadas durante la oxidación lipídica a altas temperaturas.
Renovable	Procede de un recurso presente en la naturaleza.
Residuo graso	Residuo de aceites y grasas tras su uso primario.
Saponificación	Reacción de hidrólisis alcalina mediante la cual los triglicéridos presentes en aceites o grasas reaccionan con una base fuerte, como hidróxido de sodio o potasio, generando glicerol y sales de ácidos grasos (jabones).
<i>Tankering</i>	Práctica mediante la cual una aeronave carga combustible en exceso en el aeropuerto de origen para evitar reabastecerse en aeropuertos donde el combustible es más caro. En el contexto de mandatos SAF, reduce la demanda efectiva del combustible sostenible en los mercados donde su precio es superior al del combustible convencional.
Transesterificación	Proceso químico donde los triglicéridos reaccionan con un alcohol (normalmente metanol) y un catalizador alcalino (NaOH/KOH) para producir biodiésel (FAME) y glicerina.
Trazabilidad	Capacidad de identificar y rastrear el origen, la distribución, la localización y la aplicación de productos y materiales a lo largo de las cadenas de suministro.

Triglicéridos

Ésteres formados por una molécula de glicerol enlazada a tres ácidos grasos. Constituyen la fracción principal de los aceites y grasas vegetales y animales, y son la materia prima base para los procesos de conversión a biocombustibles.

Índice

Introducción.....	15
1. Mercado internacional del UCO.....	19
1.1. Cadena de valor	19
1.2. Experiencia internacional en UCO	29
1.3. Organizaciones internacionales.....	45
1.4. Esquemas de certificación	50
2. Caracterización del mercado del UCO en Chile	57
2.1. Cadena de valor del UCO.....	57
2.2. Mercados de destino	66
2.3. Marco normativo y registros de UCO	68
3. Impactos y externalidades asociadas a la gestión del UCO	74
3.1. Impactos sociales, económicos y ambientales.....	74
3.2. Costos de recolección y tratamiento	77
3.3. Destinos del UCO no gestionado.....	79
3.4. Cuantificación de impactos en Chile	81
4. Potencial de UCO y su recolección en Chile	86
4.1. Estimación del potencial de UCO en Chile	86
4.2. Identificación de barreras y medidas para aumentar la recolección de UCO en Chile	88
4.3. Cuantificación de la brecha entre el potencial de UCO y la recolección proyectada.....	94
5. Potencial de producción de SAF y HVO en Chile	99
5.1. Estimación de producción de SAF y HVO en Chile.....	100
5.2. Identificación de los principales impulsores del mercado de la recolección y comercialización de UCO	107
6. Recomendaciones de políticas públicas.....	110
6.1. Bloque A — Gobernanza y coordinación institucional.....	112
6.2. Bloque B — Recolección, trazabilidad y regulación	117
6.3. Bloque C — Demanda, producción y señales de mercado	127
6.4. Síntesis, documento rector y condiciones de éxito	132
7. Referencias y bibliografía	139



INTRODUCCIÓN

Introducción

La Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) (2025) reportó que en el año 2023 el sector de la aviación representa el 2,5% de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía a nivel global. A diferencia de otros modos de transporte, la aviación dispone de alternativas tecnológicas limitadas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el corto y mediano plazo, debido a que las nuevas tecnologías se encuentran en etapas tempranas de desarrollo, su descarbonización no se encuentra exenta de desafíos. En este escenario, los combustibles de aviación sostenible (SAF, por sus siglas en inglés) se han consolidado como la principal alternativa para avanzar en la descarbonización de la aviación, permitiendo reducciones significativas de emisiones sin requerir cambios en la infraestructura existente ni en las aeronaves.

Entre las distintas materias primas disponibles para la producción de SAF, el aceite de cocina usado (UCO, por sus siglas en inglés) destacan por su carácter residual y su contribución a modelos de economía circular. El UCO es aceite vegetal residual generado tras su utilización en procesos de cocción de alimentos, principalmente en hogares, restaurantes e industrias alimentarias. Cuando estos residuos no son gestionados de manera apropiada, su disposición inadecuada genera impactos ambientales y urbanos relevantes, incluyendo la degradación de sistemas de alcantarillado, el aumento de cargas contaminantes en aguas residuales y mayores costos de operación y mantenimiento de la infraestructura sanitaria.

A nivel internacional, el UCO se ha convertido en uno de los insumos más demandados para la producción de biocombustibles avanzados, como el diésel renovable (HVO, por sus siglas en inglés) y el SAF, cuya demanda ha sido impulsada por mandatos y políticas regulatorias. La valorización del UCO permite transformar un residuo común de la cadena alimentaria en un recurso energético estratégico, evitando impactos ambientales asociados a su disposición inadecuada y reduciendo la presión sobre materias primas que pueden destinarse a la alimentación humana o animal. El aprovechamiento efectivo del UCO depende de la existencia de cadenas de suministro con trazabilidad¹, certificadas² y con gobernanzas claras, capaces de asegurar su origen como residuo, su calidad como insumo y el cumplimiento de criterios ambientales y sociales. La experiencia internacional muestra que, en ausencia de marcos regulatorios claros, sistemas de información robustos y coordinación público-privada, el mercado del UCO tiende a fragmentarse, aumentando la informalidad, el riesgo de fraude y la exportación de volúmenes cuya trazabilidad es difícil de verificar.

En este contexto, Chile presenta una oportunidad relevante, aunque aún insuficientemente caracterizada, para integrar el UCO dentro de su estrategia de descarbonización, economía circular y desarrollo de combustibles de bajas emisiones (OACI, 2025). No obstante, persisten brechas significativas de información respecto a la generación, recolección,

¹ La trazabilidad es la capacidad de identificar y rastrear el origen, la distribución, la localización y la aplicación de productos y materiales a lo largo de las cadenas de suministro, según la definición adoptada por la Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono (ISCC, por sus siglas en inglés) (2023).

² La certificación se sustenta en la existencia de estándares o esquemas reconocidos que permiten realizar una verificación formal del cumplimiento de los criterios establecidos, a través de una trazabilidad adecuada y la implementación de sistemas de cadena de custodia, que permiten asegurar la trazabilidad y la integridad de una materia prima a lo largo de la cadena de suministro, evitando el doble conteo, el fraude y la reclasificación indebida.

trazabilidad, usos actuales y potencial real del UCO, así como sobre las condiciones necesarias para escalar su aprovechamiento de manera sostenible y en alineación con estándares internacionales en el país.

En respuesta a este desafío, el presente estudio es encargado por la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE), cuya misión es implementar políticas públicas orientadas a fomentar la eficiencia y la sostenibilidad energética, reducir la pobreza energética e impulsar un cambio cultural hacia la transición energética, mediante alianzas públicas y privadas, académicas, internacionales y con la sociedad civil. El estudio se desarrolla en el marco del programa público de la Subsecretaría de Energía, “Programa de impulso al hidrógeno verde en Chile por un desarrollo local sostenible y liderazgo internacional”. Asimismo, este estudio se origina a partir de las recomendaciones y hallazgos del Estudio de Factibilidad sobre el Uso de Combustibles de Aviación Sostenibles en Chile desarrollado por la OACI en 2025 (OACI, 2025), el cual identificó al UCO como una de las materias primas prioritarias para el despliegue temprano de SAF en el país. En este contexto, el programa Vuelo Limpio contempla la implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050 con el objetivo de acelerar la transición a los combustibles de aviación sostenibles.

El objetivo general del estudio es caracterizar y cuantificar el mercado de UCO en Chile, identificando brechas y oportunidades para su utilización como materia prima para diésel renovable y para SAF. Para ello, se aborda el análisis del mercado internacional de UCO, las políticas y esquemas regulatorios que han facilitado su recolección y valorización en distintas regiones, los requisitos de sostenibilidad y certificación aplicables, así como las principales barreras y oportunidades para su desarrollo en el contexto chileno.

El alcance del estudio comprende la revisión de antecedentes técnicos y normativos, el análisis comparado de experiencias internacionales relevantes, la caracterización de la cadena de valor del UCO, la identificación de brechas en recolección, trazabilidad y certificación, y la evaluación preliminar del potencial de uso del UCO para la producción de SAF y diésel renovable en Chile. A partir de este análisis, el presente informe busca generar insumos que permitan orientar decisiones de política pública, contribuyendo al desarrollo de cadenas de suministro sostenibles y al posicionamiento de Chile en los mercados emergentes de combustibles de bajas emisiones.



1.

MERCADO INTERNACIONAL DEL UCO

1. Mercado internacional del UCO

Este capítulo presenta un análisis del mercado internacional del UCO, con el objetivo de identificar las principales dinámicas, estructuras de cadena de valor y marcos regulatorios que han permitido escalar su recolección y valorización energética en distintas regiones. El análisis internacional cumple una función de referencia para el caso chileno, al permitir contextualizar su desempeño actual e identificar brechas estructurales y aprendizajes relevantes para el diseño de políticas públicas y estrategias de mercado.

A partir de la evidencia internacional revisada, el capítulo se organiza en torno a tres ideas. En primer lugar, la valorización energética del UCO no depende únicamente de su disponibilidad física, sino de la capacidad de estructurar cadenas de recolección formales, trazables y con estándares de calidad definidos. En segundo lugar, los mercados que han logrado altas tasas de recolección presentan marcos regulatorios claros, sistemas de información robustos y mecanismos de fiscalización efectivos, que reducen la informalidad y aseguran el origen residual del insumo. Finalmente, la ausencia de estas condiciones tiende a fragmentar el mercado, favorecer usos informales o exportaciones desarticuladas y limitar el aporte del UCO a objetivos de economía circular y descarbonización.

1.1. Cadena de valor

En este capítulo se presenta la cadena de valor del UCO orientada a su aprovechamiento energético, particularmente para la producción de diésel renovable y SAF. Si bien el UCO también puede destinarse a la producción de biodiésel³, usos cosméticos, alimentarios u otras aplicaciones, estos no forman parte del alcance de este estudio. El propósito de este capítulo es describir de manera estructurada las etapas que componen la cadena de valor, desde la generación del residuo hasta el producto final obtenido a partir de su procesamiento.

La cadena de valor del UCO consta de 5 etapas: generación, recolección, pretratamiento, procesamiento y producto final, tal como se presenta en la siguiente ilustración.

³ El biodiésel es un biocombustible producido a partir de aceites vegetales o grasas mediante un proceso de transesterificación, que genera ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). Debido a que estas moléculas contienen oxígeno y presentan propiedades distintas al diésel fósil, su incorporación en el diésel comercial suele limitarse a mezclas bajas, típicamente hasta 5-7% en volumen. En cambio, el diésel renovable o HVO se produce mediante hidrotratamiento de aceites y grasas, proceso que elimina el oxígeno y genera hidrocarburos parafínicos químicamente similares al diésel fósil. Por esta razón, el HVO puede mezclarse en cualquier proporción o incluso utilizarse al 100%, cumpliendo con el estándar EN 15940 para diésel parafínico (IEA, 2023; IEA AMF, 2020)

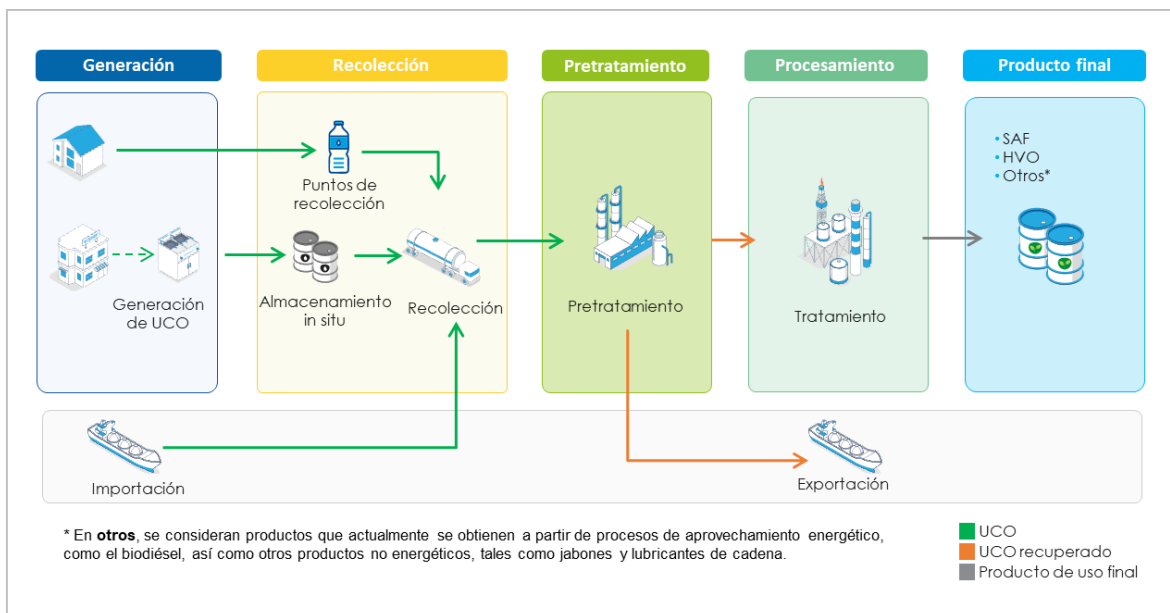


Ilustración 1. Cadena de valor genérica del UCO. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

1.1.1. Generación

La generación de UCO ocurre en hogares, restaurantes, cafeterías, plantas de procesamiento de alimentos, entre otros establecimientos. El aceite vegetal de cocina se convierte en UCO debido a una serie de transformaciones químicas inducidas principalmente por altas temperaturas, presencia de oxígeno y contacto con agua y alimentos durante la fritura. En este proceso ocurren reacciones simultáneas (como se ve en la Ilustración 2) de oxidación, donde los ácidos grasos insaturados reaccionan con el oxígeno formando peróxidos y compuestos carbonílicos; hidrólisis, causada por la humedad de los alimentos, que rompe los triglicéridos del aceite liberando ácidos grasos libres y glicerol; y polimerización térmica, que genera moléculas más grandes y viscosas mediante la unión de radicales libres. Como resultado, el aceite aumenta su acidez, viscosidad y contenido de compuestos polares, se oscurece, pierde estabilidad química y propiedades nutricionales, y pasa de ser un aceite apto para consumo a un residuo degradado clasificado como UCO (Bazina, y otros, 2025). Entre los aceites vegetales que pueden ser transformados en UCO se encuentran el de maravilla, canola, soya, maíz, entre otros.

A nivel global, se estima una generación anual de entre 41.000 y 67.000 kt de UCO (Kumar, y otros, 2025), proveniente principalmente de actividades comerciales e industriales. Aproximadamente el 60-70% del volumen se origina en el sector hotelería, restaurantes y cafetería (HORECA) y en la industria alimentaria (Allied Market Research, 2024), incluyendo restaurantes y cadenas de comida rápida, hoteles, servicios de catering, supermercados con cocinas preparadas, plantas procesadoras de alimentos fritos, refinerías de aceite comestible y comedores institucionales como hospitales o universidades. Estas fuentes presentan mayores niveles de concentración, trazabilidad y calidad relativamente homogénea, lo que facilita su recolección y valorización.

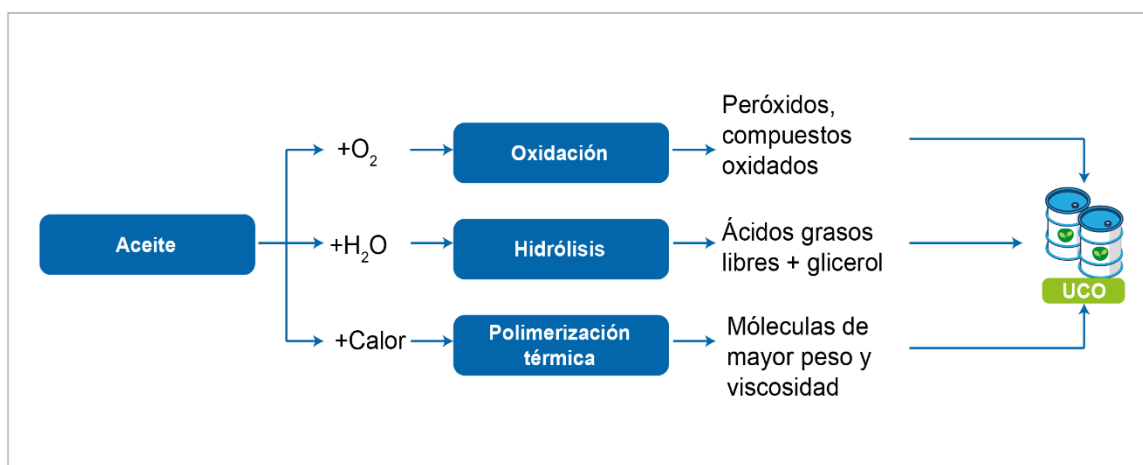


Ilustración 2. Diagrama de los procesos de degradación del aceite a UCO (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

El 30-40% restante proviene de la generación domiciliaria, asociada a frituras domésticas y preparación casera de alimentos. En este segmento, el volumen generado oscila entre 2 y 4 litros por hogar al año en Europa, pudiendo alcanzar hasta 10 litros anuales en Asia (Kumar, y otros, 2025). Sin embargo, esta fuente se caracteriza por una alta informalidad, baja trazabilidad y una calidad promedio inferior, además de presentar elevadas tasas de disposición inadecuada, lo que dificulta su recuperación dentro de cadenas formales de aprovechamiento.

1.1.2. Recolección

La recolección de UCO comienza con el trabajo de empresas recolectoras, encargadas de retirar el aceite usado generado tanto en hogares como en establecimientos comerciales e industriales. Esta operación, cuando está formalmente establecida, se organiza mediante sistemas colaborativos entre generadores, empresas recolectoras, plantas de valorización y entidades gubernamentales, bajo marcos regulatorios y esquemas de gobernanza que garantizan trazabilidad y coordinación. Instrumentos públicos clave incluyen la responsabilidad extendida del productor (REP), estándares técnicos, incentivos tributarios, subsidios logísticos y acuerdos multisectoriales para facilitar la operación formal y la participación ciudadana a través de Puntos de Entrega Voluntaria (PEV) y plataformas de información compartida. Actualmente, a nivel global, existen dos tipos de recolección:

(i) Recolección domiciliaria

En el ámbito domiciliar, la recolección del UCO se realiza principalmente a través de puntos de acopio habilitados o contenedores especializados instalados en espacios públicos, donde los hogares pueden entregar el residuo. Las empresas recolectoras autorizadas retiran periódicamente estos volúmenes, los consolidan y los trasladan a plantas de tratamiento para su posterior procesamiento.

Para que este sistema funcione adecuadamente, el aceite generado en los hogares debe gestionarse de forma apropiada. Una vez enfriado, las empresas recolectoras recomiendan colarlo para separar los residuos de alimentos y luego almacenarlo en un envase plástico

cerrado, ya sea reutilizado o provisto por las mismas empresas. De esta manera, se facilita su manejo, se evita la contaminación del residuo y se mejora su valorización posterior.

(ii) Recolección comercial e industrial

Las empresas recolectoras entregan tambores metálicos o contenedores plásticos especializados (como los descritos en la Tabla 1) a los grandes generadores para el almacenamiento del UCO producido. Para los grandes generadores, la frecuencia de recolección se acuerda previamente entre las partes (semanal, mensual u otra periodicidad definida), en el caso de generadores con menores volúmenes, la recolección se coordina cuando los recipientes alcanzan su capacidad máxima de almacenamiento.

Para los grandes generadores, es común utilizar trampas de grasa instaladas en las líneas de drenaje, las cuales retienen grasas, aceites y sólidos antes de que las aguas residuales ingresen al alcantarillado. Estas trampas pueden ser de limpieza automática o manual (tradicional).

Tabla 1. Tipos de contenedores para almacenamiento de UCO, previo a su recolección.

Tipo de contenedor	Capacidad típica	Generadores
Bidón plástico	15-25 L	Restaurantes pequeños, cafeterías, puntos de acopio barriales (Baker Commodities Blog, 2025).
Tambor metálico (barril o bidón industrial)	50-60 L - Hasta ~200 L	Grandes generadores: cocinas industriales, patios de comida, hoteles, plantas de alimentos (Grease Cycle, 2026).
Bidón metálico	100-800 L	
Tanques de acero	1.000-3.000 L	Operaciones de alto volumen, como cocinas industriales o instalaciones con múltiples freidoras (DAR PRO Solutions, 2026).

De acuerdo con la información recopilada en las entrevistas realizadas a distintos recolectores de UCO, una vez que el UCO se almacena en contenedores, estos se recolectan mediante dos modalidades principales. La primera, utilizada mayoritariamente por generadores pequeños y medianos, consiste en el retiro de bidones o tambores. En este esquema, el recolector retira los recipientes llenos y entrega, en la misma visita, contenedores vacíos y limpios. Su principal ventaja radica en la flexibilidad operativa, ya que la frecuencia de retiro puede ajustarse a frecuencias semanales, quincenales o bajo demanda, según el volumen generado.

La segunda modalidad se emplea para generadores de mayor escala y contempla el uso de camiones cisterna equipados con sistema de bombeo. En este caso, el UCO es succionado directamente desde los contenedores de gran capacidad o tanques instalados en el establecimiento, usualmente con volúmenes entre 1.000 y 3.000 litros. Esta modalidad permite optimizar rutas de alto volumen, reducir tiempos de carga y disminuir el riesgo de derrames durante la manipulación (Baker Commodities Blog, 2025).

1.1.3. Pretratamiento

El pretratamiento comprende un conjunto de operaciones aplicadas al UCO antes de su procesamiento para la producción de combustibles. Su objetivo es acondicionar el UCO hasta cumplir las especificaciones técnicas requeridas para su conversión. Estos procesos incluyen:

(i) Recepción con muestreo representativo y verificación de parámetros críticos

Recepción y trazabilidad: Al recibir el aceite usado, se revisa la documentación que confirma el punto de origen del UCO generado, se anotan los pesos de entrada y salida, y se registra el lote siguiendo las normas ISCC para residuos y aceites usados (Santander-Bossio, y otros, 2025).

Muestreo: Se realiza un muestreo en cada unidad de almacenamiento, extrayendo una muestra representativa del contenido mediante procedimientos que permitan capturar adecuadamente las distintas fracciones del aceite. Este proceso busca asegurar que los valores de humedad, borra y ácidos grasos libres (FFA, por sus siglas en inglés) reflejen la calidad del lote completo y evitar posibles sesgos asociados a fenómenos de decantación parcial.

Ensayos rápidos⁴ para habilitar la descarga:

- MIU (humedad, borra e insaponificables) menor al 2%:
 - Borra/sedimentos: Se mide la cantidad de sólidos insolubles.
 - Los insaponificables (esteroles, alcoholes, hidrocarburos): se saponifica la muestra de grasa se lava y posteriormente se realiza el pesaje del residuo tras evaporar el disolvente.
- FFA: El límite habitual es menor al 5%.

Se usan métodos reconocidos como los establecidos por los estándares de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por su sigla en inglés), ISO 660 para acidez/FFA e ISO 6883 para densidad, y de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM, por su sigla en inglés), ASTM D1298, para garantizar la consistencia del lote.

(ii) Filtrado y remoción escalonada de sólidos

- **Tren típico:** etapa de filtrado cuya finalidad es remover restos de comida y suciedad para proteger los equipos de las siguientes etapas. Para esto se utiliza inicialmente una criba o vibradora con poros de 1-3 mm, seguida por filtros de bolsa o cartucho en varias etapas (por ejemplo, de 200 a 50 a 10 μ m). Es posible ajustar la etapa según el nivel de suciedad del aceite recolectado (Santander-Bossio, y otros, 2025).

⁴ Los ensayos rápidos corresponden a métodos analíticos diseñados para obtener resultados en un tiempo reducido, mediante procedimientos simplificados o equipos portátiles, permitiendo evaluar de manera preliminar parámetros de calidad o composición sin requerir análisis de laboratorio completos. Estos ensayos se utilizan generalmente para control operacional, monitoreo en terreno o toma de decisiones inmediatas, pudiendo posteriormente complementarse con métodos analíticos estandarizados de mayor precisión (Douglas, y otros, 2008).

(iii) Separación de humedad y borras por calentamiento controlado y decantación/centrifugación

- **Deshidratación térmica:** el UCO es sometido a un calentamiento controlado (a temperaturas por debajo de aquellas que aceleren la oxidación) para romper emulsiones y favorecer separación de agua libre.
- **Clarificación:** decantación por tiempo y temperatura o centrifugación para separar borras. Durante la recolección, la borra suele representar ~10 %⁵ del UCO recolectado antes del pretratamiento, con fuerte variabilidad por origen.
- **Punto de control:** etapa en la que se realiza gravimétrico de insolubles en agua para confirmar la eficiencia de la etapa. El control de agua es clave para evitar saponificación. (Santander-Bossio, y otros, 2025)

(iv) Pulido mediante coalescencia y filtración fina

Se utiliza un coalescedor junto con filtración fina (10-5 μm) para eliminar restos de agua y partículas pequeñas. (Santander-Bossio, y otros, 2025)

Dependiendo del contrato o uso final, se pueden realizar análisis adicionales para verificar:

- Viscosidad a 40 °C, para asegurar buen bombeo y lubricación.
- Densidad, índice de yodo y de peróxidos, que ayudan a caracterizar y comprobar la estabilidad del aceite.
- Contenido de fósforo y metales (Na, K, Ca, Mg) mediante plasma acoplado inductivamente (ICP, por sus siglas en inglés), si se exige proteger catalizadores y equipos en procesos de hidrotratamiento de ésteres y ácidos grasos (HEFA, por sus siglas en inglés)

(v) Acondicionamiento del aceite

- **FFA:** Si el número ácido es mayor al límite técnico para usar catálisis alcalina, se realiza una esterificación ácida previa para bajar la acidez y evitar la formación de jabones. Se recomienda esta esterificación cuando el número ácido es mayor al 1% antes de la transesterificación. (Santander-Bossio, y otros, 2025)
- **Homogeneización térmica:** Se aplica calor para lograr que el aceite tenga propiedades uniformes y controlar su viscosidad durante el traslado.

1.1.4. Procesamiento

El UCO puede ser valorizado energéticamente mediante distintas rutas de procesamiento, las cuales permiten su transformación en combustibles líquidos renovables para los sectores de aviación y transporte terrestre. Estas rutas difieren en su grado de complejidad tecnológica, nivel de madurez, requerimientos de calidad del insumo y marcos regulatorios asociados, así como en el tipo de producto final obtenido.

(i) Rutas orientadas a la producción de SAF

A nivel internacional, la principal ruta tecnológica para la producción de SAF a partir de aceites y grasas residuales es el hidroprocesamiento, siendo la vía de ésteres y ácidos

⁵ Información adquirida durante las entrevistas.

grasos hidroprocesados la dominante y comercialmente desplegada a escala global (IEA, 2025). Su producto para aviación corresponde a un kerosene parafínico sintético (HEFA-SPK, por sus siglas en inglés), certificado bajo la norma ASTM D7566. De acuerdo con el comunicado de prensa de la IATA titulado “*La producción de SAF seguirá creciendo, pero exige apoyo político para diversificar sus fuentes de producción*”, (IATA, 2023), se estima que aproximadamente el 85% del volumen de SAF producido a nivel mundial en los próximos cinco años provendrá exclusivamente de esta ruta, lo que refleja tanto su madurez tecnológica como la disponibilidad de infraestructura de refinación existente para su implementación.

La organización Aviación Civil Internacional (OACI) reconoce once procesos aprobados para la producción de SAF. De estos, tres han sido aprobados por la ASTM para utilizar UCO como materia prima: dos generan coproductos en el rango del diésel, siendo la ruta HEFA SPK la única que produce HVO en sentido estricto. Estos procesos se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Procesos aprobados en OACI para producción de SAF con UCO (OACI, 2026)

Estándar ASTM	Proceso	Abrev.	Materia prima	Mezcla máx.
D7566 Anexo A2	Síntesis de ésteres y ácidos grasos hidrotratados	HEFA SPK	Aceites vegetales, grasas animales, UCO	50%
D7566 Anexo A6	Hidrotérmolisis catalítica	CHJ	Aceites vegetales, grasas animales, UCO	50%
D1655 Anexo A1	Co-hidroprocesamiento de ésteres y ácidos grasos en una refinería de petróleo convencional	-	Aceites vegetales, grasas animales, UCO mezclados con petróleo	5%

HEFA SPK

Como fue mencionado anteriormente, el proceso HEFA SPK constituye actualmente la vía de producción de SAF más desplegada a escala comercial (TRL 9) (IATA, 2025). Esta ruta permite obtener dos productos principales:

- SAF, correspondiente a la fracción kerosénica del proceso, y
- diésel renovable, HVO, correspondiente a la fracción diésel parafínica.

El proceso HEFA SPK convierte el UCO pretratado en kerosene parafínico sintético mediante reacciones catalíticas de hidroprocesamiento, como se detalla a continuación (Calderon, y otros, 2024):

1. Hidrodesoxigenación (HDO)

Los triglicéridos son expuestos a hidrógeno en presencia de un catalizador metálico (níquel-molibdeno o paladio-platino) a temperaturas de 300-400 °C. El oxígeno de las moléculas de grasa se elimina como agua o sale como dióxido de carbono.

2. Hidro-isomerización (HDI) e Hidrocraqueo (HDC)

Las cadenas largas (C15 a C18) se craquean para ajustar el rango hacia el del kerosene de aviación (C8 a C16), también se ramifican cadenas (isomerización) para mejorar propiedades de flujo en frío.

3. Separación de productos y fraccionamiento por destilación

Se separan los productos y se elimina el CO, CO₂, el sulfuro de hidrógeno y el valor de agua mediante un lavador de gases (el hidrógeno recircula).

Como resultado de este fraccionamiento, se obtienen distintas corrientes de producto, diferenciadas por el número de carbonos, como se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 3. Productos del proceso HEFA SPK (Gyandoh y Gomez, 2025; Khan, y otros, 2025)

Producto	Cantidad de carbonos	¿Por qué se produce?
Propano	C3	La glicerina del triglicérido se rompe y libera propano.
Nafta	C5-C8	Cadenas cortas generadas por el craqueo en la etapa anterior.
Kerosene (SAF)	C8-C16	El rango objetivo para combustible de aviación.
Diésel renovable (HVO)	C16-C20	Cadenas largas que no se craquearon completamente.

La fracción que se encuentra en el rango de kerosene (C8–C16) corresponde al SAF y, adicionalmente, el proceso genera una fracción diésel, correspondiente al HVO. Este constituye un coproducto característico y exclusivo de la ruta HEFA, y su obtención está directamente asociada a la existencia de un tren dedicado de hidroprocesamiento de aceites y grasas, proceso que elimina el oxígeno y genera hidrocarburos químicamente similares al diésel fósil. Por esta razón, el HVO puede mezclarse en cualquier proporción o incluso utilizarse al 100%, cumpliendo con el estándar EN 15940 para diésel paraafínico (IEA, 2023; IEA AMF, 2020) y así ser utilizado principalmente en el transporte terrestre.

La proporción relativa entre SAF y HVO depende del diseño del proceso, de las condiciones operacionales y de las señales del mercado.

4. Mezcla obligatoria con combustible de avión

El SAF producido puede mezclarse en una proporción de hasta 50% (v/v) con combustible de aviación convencional, certificándose como HEFA-SPK. Este límite existe porque los SAF suelen tener un contenido muy bajo de aromáticos, lo que afecta la capacidad de los sellos elastoméricos para hincharse correctamente y podría generar riesgos de fugas. Además, muchos SAF puros no cumplen por sí solos todas las especificaciones físico-químicas ASTM D7566/D1655, especialmente en propiedades críticas como punto de congelación, viscosidad y comportamiento a bajas temperaturas. Aunque ya se han realizado vuelos de

demostración con 100% SAF, aún se requieren validación y certificación adicionales para garantizar compatibilidad plena con motores e infraestructura aeronáutica existentes. (Morrison y Beinarovica, 2023)

CHJ - hidrotermólisis catalítica

El proceso CHJ se caracteriza por emplear agua en estado supercrítico como medio de reacción, lo que reduce la necesidad de hidrógeno externo en comparación con la ruta HEFA. Este proceso genera un combustible compuesto por parafinas, cicloparafinas y aromáticos, acercando sus propiedades al combustible de aviación convencional. Actualmente se encuentra en una etapa TRL 6-7 (demostración/pre-comercial).

1. Reactor de hidrotermólisis catalítica (CH)

Se introducen UCO y agua precalentada, se generan reacciones simultáneas como craqueo, hidrólisis, descarboxilación, deshidratación, isomerización, ciclación y aromatización, además de recombinación, produciendo una mezcla amplia de compuestos en rangos C6 a C28.

2. Separación por fases

A la salida del reactor CH se separan dos fases:

- Fase orgánica (bio-crudo): pasa a la etapa de hidrotratamiento.
- Fase acuosa: contiene glicerina y ácidos carboxílicos de cadena corta (C2-C5). Se envía a tratamiento de aguas residuales o se recircula parcialmente.

3. Hidrotratamiento

El bio-crudo es sometido a un hidrotratamiento convencional suave, igual que en las refinerías petroleras, para eliminar las impurezas residuales y estabilizar el producto:

- Elimina oxígenos residuales en forma de agua.
- Satura olefinas residuales en parafinas e isoparafinas estables.
- Reduce sulfuros, nitrógeno y metales a niveles de especificación.

4. Destilación fraccionada

El hidrocarburo refinado se destila para separar los productos: SAF, y otras fracciones hidrocarbonadas, incluyendo una fracción en rango diésel.

Co-hidroprocesamiento

El co-hidroprocesamiento⁶ consiste en la incorporación de pequeñas proporciones de aceites y grasas residuales, como el UCO, en corrientes fósiles que son procesadas conjuntamente en unidades de hidrotratamiento existentes en refinerías convencionales. En este esquema, el UCO se mezcla con fracciones fósiles en bajas proporciones, y se convierte en hidrocarburos parafínicos que quedan diluidos en la mezcla final de combustibles de la refinería. El límite admisible de materia prima renovable depende del producto objetivo y de la unidad de proceso utilizada: para la producción de SAF en unidades de hidrotratamiento de kerosene, la norma ASTM D1655 Annex A1.2.2.1 vigente

⁶ Este proceso es comúnmente denominado “coprocesado” en la literatura técnica y en el sector de refinación.

establece un máximo del 5% en volumen; para la producción de HVO en unidades de hidrotratamiento de diésel, el límite operativo puede alcanzar hasta un 10% sin requerir modificaciones de capital significativas (Shell, 2024). Cabe señalar que existe un proceso en curso para elevar este límite hasta un 30%, aunque a la fecha no ha alcanzado aprobación bajo el estándar internacional debido a la rigurosidad del proceso de consenso técnico de ASTM⁷. Dependiendo de la configuración de cada refinería, este producto puede ser atribuible al corte de kerosene o al corte de diésel.

A diferencia de las rutas HEFA dedicadas y de la hidrotérmolisis catalítica (CHJ), el co-hidroprocesamiento no genera SAF certificado bajo ASTM D7566, sino combustible convencional conforme a ASTM D1655. Sin embargo, cabe precisar que el combustible producido por co-procesado de UCO sí es elegible como SAF bajo los principales esquemas de sostenibilidad internacionales, incluyendo CORSIA y ReFuelEU Aviation de la Unión Europea, siempre que el operador esté certificado por un esquema de sostenibilidad reconocido, como ISCC o RSB, y la fracción biogénica del combustible acredite la reducción de emisiones de GEI exigida por cada esquema. Los estudios disponibles muestran que el UCO como materia prima muestran reducciones de intensidad de carbono de entre 45% y 90% en la práctica (Aegex Technologies, 2024)(Aegex Technologies, 2024), niveles que superan con holgura los umbrales requeridos por CORSIA y EU RED. En consecuencia, el co-procesado de UCO puede utilizarse para cumplir con mandatos de mezcla de SAF y acceder a los mecanismos de incentivo asociados, incluyendo créditos RIN bajo el programa RFS en EE.UU., créditos de carbono bajo mecanismos voluntarios como el CDM y el VCS, y potencialmente beneficios fiscales en jurisdicciones que los contemplen. Respecto a una planta HEFA dedicada, sus diferencias son de carácter operativo: la proporción admisible de materia prima renovable en la corriente fósil es menor, y la menor trazabilidad específica del residuo en la mezcla es más acotada, lo que puede requerir medidas adicionales para verificar la cadena de custodia exigida por los esquemas de certificación. Una ventaja adicional en el contexto chileno es que, al producir combustible conforme a ASTM D1655, norma ya incorporada en el marco regulatorio nacional, su implementación no requiere modificaciones normativas adicionales para la distribución y uso del combustible resultante, lo que facilita su adopción como vía de transición en el corto plazo.

En este contexto, el co-hidroprocesamiento constituye una alternativa útil en contextos de transición energética, ya que permite incorporar fracciones renovables aprovechando en gran medida la infraestructura de hidrotratamiento existente, con requerimientos de inversión generalmente menores que los de una planta dedicada. Si bien su rol es acotado desde el punto de vista de la valorización diferenciada del UCO, sí contribuye a reducir de manera parcial la intensidad de carbono del combustible final. Esto lo posiciona como una vía temprana y pragmática para avanzar en la integración de materias primas residuales en refinerías convencionales.

En el contexto chileno, este proceso, comúnmente referido como coprocesado, adquiere especial relevancia. El Estudio de Factibilidad SAF de Chile (OACI, 2025) lo identifica como la ruta tecnológica más próxima a implementarse en el país, debido a su madurez, a la disponibilidad de UCO como materia prima prioritaria y al aprovechamiento de infraestructura existente. Según dicho estudio, el coprocesado podría estar operativo en las

⁷ Existe un proceso en curso para elevar este límite al 30% bajo ASTM D1655, que a la fecha no ha alcanzado aprobación. Este proceso se describe en detalle en la sección 5.1.

refinerías de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) antes del 2030, constituyendo una alternativa temprana y realista para iniciar la producción nacional de combustibles de aviación con contenido renovable.

(ii) Producción de biodiésel

Además de las rutas dedicadas a SAF, el UCO puede asimismo destinarse a la producción de biodiésel mediante transesterificación, proceso en el cual los triglicéridos reaccionan con un alcohol de cadena corta (generalmente metanol) en presencia de un catalizador alcalino (NaOH o KOH), dando lugar a ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) y glicerina como subproducto.

Si bien esta ruta presenta menores barreras de entrada tecnológica y ha sido ampliamente utilizada a nivel histórico, el biodiésel FAME presenta limitaciones estructurales frente a combustibles avanzados: contiene oxígeno en su molécula, posee menor estabilidad oxidativa y peores propiedades a bajas temperaturas, y su uso se encuentra restringido a porcentajes acotados de mezcla en diésel convencional (Advanced Motor Fuels TPC & IEA Bioenergy TPC, 2020).

En este contexto, el FAME no constituye un diésel renovable *drop-in*, no es equivalente al HVO producido mediante HEFA y no resulta compatible con el sector aeronáutico, por lo que su rol en la valorización del UCO se limita principalmente a mercados de transporte terrestre y aplicaciones específicas, con menor alineación con los objetivos de descarbonización profunda del transporte.

1.2. Experiencia internacional en UCO

A nivel global, el mercado de UCO se ha consolidado como una fuente para la producción de biocombustibles avanzados, especialmente HVO y SAF. La demanda internacional ha crecido aceleradamente impulsada por políticas de reducción de emisiones, mandatos de mezcla y estrategias de descarbonización, aspectos que se analizan a lo largo de este subcapítulo.

La oferta global de UCO presenta una alta concentración en Asia, que aporta alrededor de 4.300 kt al comercio internacional, con China como principal exportador (67%) (Somwanshi y Jun, 2025). Paralelamente, mercados como Estados Unidos, Europa y Singapur se han convertido en motores claves de la demanda, elevando los estándares de trazabilidad y certificación.

Con el fin de identificar referentes internacionales útiles para Chile, se aplicó una metodología que combina criterios internos de desempeño y trazabilidad, junto con información pública disponible y análisis de flujos de comercio internacional. La selección se desarrolló en tres etapas: (i) identificación de criterios, (ii) análisis comparado de los países con mejor información disponible, y (iii) priorización final de dos casos representativos.

La selección de países se basó en cuatro criterios:

1. Tasas y volúmenes de recolección.
2. Gobernanza e innovaciones regulatorias.
3. Potencial estructural de generación de UCO.
4. Visión comercial y rol en el mercado internacional.

Los dos primeros criterios corresponden exclusivamente al funcionamiento interno de cada cadena y permiten evaluar el nivel de formalidad, control y trazabilidad del sistema. El componente comercial se incorporó únicamente como criterio complementario, con el fin de comprender mejor el posicionamiento global del país y su interacción con los mercados regulados.

Dado que la información disponible a nivel internacional sobre tasa de recolección no siempre es plenamente estandarizada ni directamente comparable, los flujos comerciales se utilizaron como un indicador externo de contexto, sin reemplazar la evaluación del desempeño interno.

Para la matriz comparativa inicial se revisaron cinco países con datos públicos disponibles: Estados Unidos, Corea del Sur, China, Japón y Países Bajos. La matriz incluía, para cada país, potencial de generación, tasa de recolección, esquema regulatorio y características del mercado interno. Estos antecedentes se sintetizan en la Tabla 4, la cual reúne los criterios aplicados y permite comparar de manera estructurada el desempeño y las condiciones habilitantes de cada país, sirviendo como base para la priorización de los dos casos globales seleccionados.

Tabla 4. Países priorizados por trading internacional.

País	Potencial de generación (kt/año)	Recolección (tasa y volumen)	Gobernanza e innovaciones	Visión comercial
Estados Unidos	~3.000 kt/año (potencial alto). (Oil & Energy, 2023)	Volumen: ~2.900 kt/año. Tasa: ~25% del aceite consumido. (Global Data, 2023; Oil & Energy, 2023)	Gobernanza descentralizada; incentivos de mercado; mínima informalidad.	País con mayores importaciones a nivel global. (T&E, 2024)
Corea del Sur	116 kt/año (alto nivel de captura del potencial). (Kumar, y otros, 2025)	Volumen: 88-107 kt/año. Tasa: 76-92% (más alta del mundo). (Kumar, y otros, 2025; Kristiana, y otros, 2022)	Recolección obligatoria; fuerte fiscalización; trazabilidad consolidada. (Kristiana, y otros, 2022)	Recolección interna robusto.
China	5.131 kt/año (mayor potencial mundial). (Kumar, y otros, 2025)	Volumen: 3.086-4.097 kt/año. Tasa: 60-80% en restaurantes. (Kristiana, y otros, 2022)	Políticas anti gutter oil; mejoras recientes; trazabilidad heterogénea.	Exporta ~737 kt (2019). Mayor exportador de UCO a nivel global. (Kristiana, y otros, 2022)

País	Potencial de generación (kt/año)	Recolección (tasa y volumen)	Gobernanza e innovaciones	Visión comercial
Japón	331 kt/año (potencial medio). (Kristiana, y otros, 2022)	Volumen: 70-122 kt/año. Tasa: 21-37%. (Kristiana, y otros, 2022)	Gobernanza municipal avanzada; sistemas urbanos eficientes. (Kristiana, y otros, 2022)	Importador.
Países⁸ Bajos	Potencial bajo.	Recolección doméstica moderada; depende de importaciones.	Trazabilidad reforzada tras fraude 2019; auditorías e ISCC estrictos. (OCCRP, 2023)	83% del biodiésel con UCO. Depende de importaciones. (CE Delft, 2021; Grinsven, y otros, 2020)

Con base a estos criterios y priorizando visiones complementarias, se seleccionaron dos referentes globales: Estados Unidos y Corea del Sur.

Estados Unidos destaca como un potenciador de la demanda, habiendo pasado de exportador a importador neto impulsado por la expansión de la industria de biocombustibles, regulaciones como el Renewable Fuel Standard (RFS) y créditos fiscales que fomentan el uso de HVO y SAF. Por otro lado, Corea del Sur se posiciona como ejemplo de buenas prácticas, combinando la mayor tasa de recolección del mundo (Kristiana, y otros, 2022) con un sistema integrado que articula mandatos de mezcla, incentivos a hogares y una sólida coordinación público-privada, permitiendo un uso significativo del UCO en biodiésel y sentando bases para el desarrollo de SAF.

Como valor agregado para este estudio, se decidió incorporar dos países latinoamericanos para extraer aprendizajes regionales: Uruguay sobresale por su recolección domiciliaria, sus innovaciones en valorización del residuo y el desarrollo de un proyecto de SAF a partir de UCO, apoyado por políticas públicas en desarrollo y alianzas estratégicas, y Colombia como mercado comparable a Chile, con un alto potencial para ampliar la recolección y el aprovechamiento del UCO en biocombustibles.

1.2.1. Estados Unidos

Estados Unidos se ha consolidado como el principal importador mundial de UCO, impulsado por la rápida expansión de su industria de biocombustibles y por un marco regulatorio que combina incentivos económicos con obligaciones de mercado para promover materias primas de baja huella de carbono. La demanda anual del país se aproxima a los 4.000kt (Argus, 2024), mientras que su tasa interna de recolección se mantiene alrededor del 25%, lo que obliga a suplir la brecha mediante importaciones crecientes. Actualmente, la oferta

⁸ Dada la falta de fuentes públicas actualizadas sobre la tasa de recolección de UCO en Países Bajos, y considerando que el país continúa siendo uno de los principales exportadores de biodiésel en Europa, se infiere que persiste una tendencia de alta demanda de UCO con dependencia de importaciones, siguiendo las tendencias de 2016-2019; más del 80 % de la materia prima destinada a la producción de biodiésel corresponde a UCO: aproximadamente el 60 % proviene de Asia, el 15% de América y cerca del 5 % de los propios Países Bajos (Grinsven, y otros, 2020).

doméstica recuperada ronda los 2.900 kt (incluyendo otras grasas residuales) (Argus, 2024) con un potencial estimado de ~4,1 mil millones de litros hacia 2030 (Oils & Fats International, 2023). Del volumen recolectado, entre el 70% y el 80% del UCO se destina directamente a la producción de biodiésel (FAME), HVO y SAF.

A pesar de ello, la oferta doméstica continúa siendo insuficiente frente al crecimiento estructural de la demanda, lo que ha derivado en un aumento sostenido de las importaciones. Esta tendencia se evidencia en los flujos comerciales históricos, que muestran un incremento marcado de las entradas de UCO en los últimos años, como se observa en las siguientes ilustraciones.

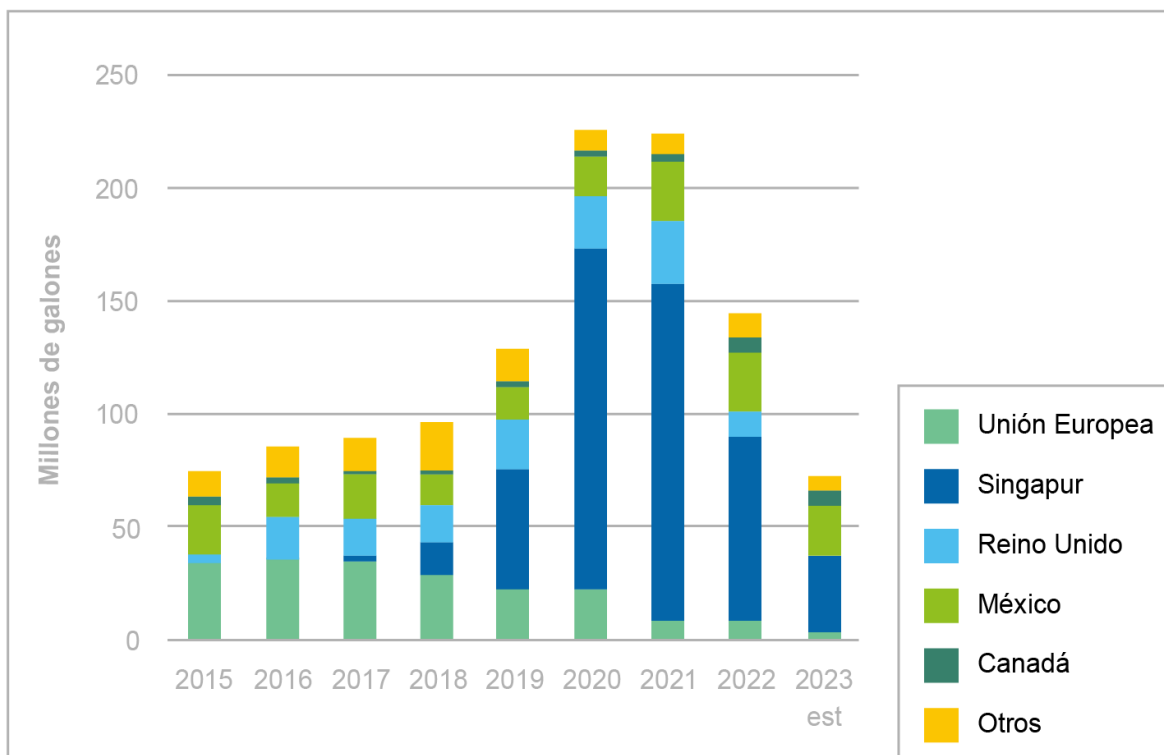


Ilustración 3. Histórico de exportaciones de UCO EE. UU. (Global Data, 2023)

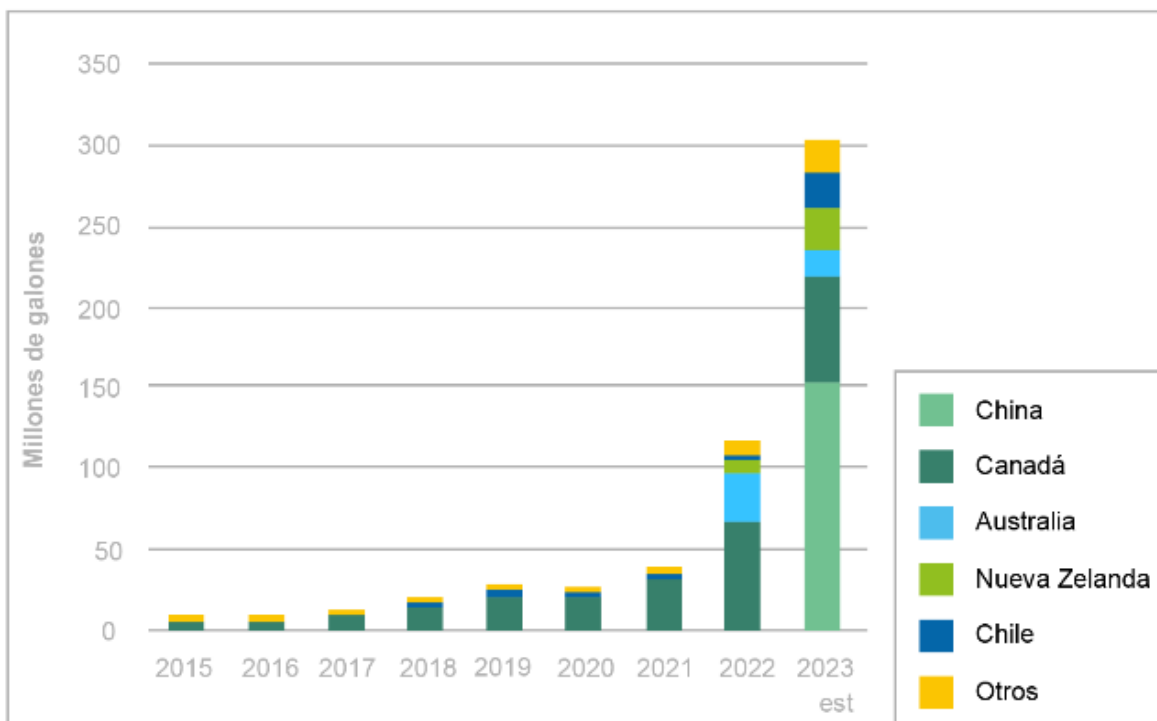


Ilustración 4. Histórico de importaciones de UCO EE. UU. (Global Data, 2023)

A inicios de 2025, Estados Unidos contaba con una capacidad instalada de aproximadamente 19.700 millones de litros anuales para la producción de HVO y SAF vía HEFA, concentrada principalmente en el Golfo de México y la Costa Oeste (U.S. Energy Information Administration, 2025).

(i) Actores clave en la cadena de valor del UCO en Estados Unidos

Estados Unidos cuenta con un ecosistema de UCO completo, que integra todos los eslabones de la cadena de valor, desde la recolección y el pretratamiento hasta el tratamiento y el consumo final.

Entre los principales actores que participan en esta cadena se encuentran:

Recolección:

En la fase de recolección y valorización, **Darling Ingredients** es el mayor operador nacional, mientras que **Baker Commodities** lidera la recolección en la costa oeste, atendiendo la demanda del programa de combustibles bajos en carbono de California (Modor Intelligence, 2025).

Productores de SAF:

- Diamond Green Diesel (Norco, Luisiana), empresa conjunta entre Valero Energy y Darling Ingredients, es el segundo mayor productor mundial de diésel renovable. Tiene una capacidad de 4,54 millones de m³/año de diésel renovable y hasta 0,89 millones de m³/año de SAF puro, con reducciones de hasta 80 % en emisiones de GEI en ciclo de vida. Utiliza UCO como una de las materias primas (Valero, s.f.).

- Phillips 66 Rodeo (Martinez, California) reconvirtió una unidad de crudo de 74 años para alcanzar ~3 millones de m³/año en 2024, con ~0,6 millones de m³/año en SAF; ubicado en la costa oeste (Phillips 66, s.f.).
- Neste US integra producción y recolección, adquirió Crimson Renewable Energy en 2022 y abastece SAF a FedEx en el aeropuerto de Los Ángeles (FedEx, 2025).
- Montana Renewables (Great Falls, Montana) opera con mezcla de sebo y UCO, expandiéndose a ~0,87 millones de m³/año en 2024 (Montana Renewables, s.f.).

Asociaciones sectoriales:

Las asociaciones sectoriales desempeñan un papel fundamental en la estructuración del ecosistema del UCO, canalizando necesidades del sector hacia reguladores nacionales (**EPA: Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.** por su traducción del inglés, **CARB: Junta de Recursos del Aire de California** por su traducción del inglés) e internacionales (**OACI, ASTM**).

- **Clean Fuels Alliance America** proyecta una demanda de hasta 22,7 millones de m³/año para 2030, aproximadamente, partiendo de ~3,2 millones de m³/años recolectados actualmente. Asimismo, promueve ante el Congreso la continuidad de instrumentos de apoyo como el Estándar de Combustibles Renovables (RFS) y el crédito fiscal 45. (Clean Fuels Alliance America, 2023).
- **NARA (North American Renderers Association)** posiciona al sector de procesamiento de subproductos animales como un pilar del abastecimiento, destacando que entre el 18% y el 20% de la materia prima proviene de materiales reciclados que, de otro modo, generarían impactos ambientales y contaminación.
- **Enfenite** (anteriormente NORA) evita que el UCO sea clasificado como residuo peligroso bajo regulación federal, habilitando su transporte y uso industrial, y promueve estándares de trazabilidad que elevan la calidad de la materia prima disponible.

(ii) Incentivos y regulación

El ecosistema estadounidense del UCO se estructura a través de contratos privados con los generadores, sistemas de contenedores sellados y rutas programadas de retiro, lo que permite una logística estandarizada y orientada al abastecimiento sectorial. EE.UU. consolida el UCO como insumo estratégico para biodiésel, HVO y SAF mediante incentivos (RFS/LCFS) y certificaciones.

- El **Renewable Fuel Standard (RFS)** es el programa federal que establece obligaciones de mezcla y genera Créditos Comerciales Negociables (créditos RIN, por sus siglas en inglés Renewable Identification Numbers) para incentivar el uso de combustibles renovables. Dentro del RFS, el UCO se clasifica como residuo biogénico y es elegible para la categoría D4 (diésel a partir de biomasa), siempre que los procesos de conversión estén aprobados por la EPA. El esquema combina blending mandates con RIN negociables. El UCO puede generar RINs con Código-D 7 (la categoría de mayor valor) alcanzando hasta USD 2 por galón (equivalente a USD 0,53 por litro⁹, aproximadamente).

⁹ Para la conversión de galones a litros se consideró que 3,78541 litros equivalen a un galón.

- El programa estatal **California Low Carbon Fuel Standard (LCFS)**, está basado en comercio de créditos de carbono. Los combustibles derivados de UCO obtienen créditos premium debido a sus muy bajos puntajes de intensidad de carbono. Este mecanismo impulsa la mayor parte del consumo de diésel renovable en EE. UU., otorgando créditos diferenciados¹⁰.
- La sección 45Z¹¹ dentro de la Ley de **Reducción de la Inflación (IRA, por su sigla en inglés)** ofrece un crédito fiscal de USD 0,20 por galón (equivalente a USD 0,053 por litro, aproximadamente) para combustibles distintos de SAF o hasta USD 1,75 por galón (equivalente a USD 0,46 por litro, aproximadamente) de SAF, a los productores nacionales de combustibles de transporte limpios.
 - La guía preliminar (Notice 2025-10) ubicó al UCO importado en una zona gris, citando preocupaciones por fraude. La ley denominada *One Big Beautiful Bill* (julio 2025), descalificando el UCO importado post-2025.
- **EPA RIN Set-2 Rule** (junio 2025) es la norma final que reduce la generación de RINs para biocombustibles producidos con materias primas importadas, efectiva desde el 1 de octubre de 2025. Reconfigura significativamente la economía de abastecimiento.
- El **SAF Grand Challenge (Departamento de Energía de Estados Unidos/Departamento de Agricultura de Estados Unidos/Administración Federal de la Aviación)** es una iniciativa respaldada por la Casa Blanca para alcanzar 11,3 millones de m³ de SAF para 2030.

Este marco establece exigencias estrictas de trazabilidad de la cadena de custodia bajo el programa RFS que incluyen: registro previo ante la EPA, reportes trimestrales de volúmenes, emisión de **Product Transfer Documents (PTD)** en cada transferencia de custodia, certificación del origen del UCO y auditoría anual independiente (Cornell Law School, 2026).

Estas obligaciones aplican exclusivamente dentro del circuito RFS, es decir, cuando el UCO se destina a la generación de RINs; fuera de este ámbito, el UCO se rige por el régimen más general de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA, por sus siglas en inglés), cuyas exigencias son comparativamente menos rigurosas. En consecuencia, la trazabilidad no constituye un requisito administrativo, sino la condición habilitante para acceder a los incentivos energéticos, alcanzando tanto a productores nacionales como a importadores. Sin embargo, este marco regulatorio evidenció limitaciones estructurales: el acelerado crecimiento de la demanda superó la capacidad de recolección, incrementando la dependencia de importaciones; en un contexto donde los mecanismos de control no siempre lograron verificar la autenticidad del origen declarado (Morciani, 2025).

Ello derivó en casos de fraude y, posteriormente, en las reformas regulatorias adoptadas en 2025, las cuales restringieron el acceso al crédito 45Z exclusivamente a materias primas de origen norteamericano. Esta modificación provocó un colapso casi inmediato de las importaciones provenientes de China y reconfiguró los flujos comerciales del sector,

¹⁰ El incentivo no consiste en un precio fijo superior, depende en la generación variable de créditos por unidad de energía, dado que cada combustible produce una cantidad distinta de créditos en función de su intensidad de carbono.

¹¹ Vigente del 1 de enero de 2025 al 31 de diciembre de 2029 y sustituye el antiguo crédito para mezcladores de biodiésel/RD. Actualmente restringido y en evolución regulatoria.

fortaleciendo de la recolección doméstica y la diversificación del abastecimiento en Canadá y México (Knight y Martin, 2025).

1.2.2. Corea del Sur

Corea del Sur es reconocido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) como uno de los mejores sistemas con una de las tasas de reciclaje de residuos más alta (86%) (Kim, y otros, 2025). Además, se ha consolidado como uno de los mercados más avanzados del mundo en la gestión y valorización del UCO, con tasas de recolección de 78,6% en el sector comercial, 98% en la industria alimentaria y 18,5% en el sector residencial (Choa, y otros, 2015). Este desempeño responde a un entramado regulatorio robusto, descrito a continuación en el apartado (ii), que clasifica el UCO como residuo reciclable de manejo obligatorio, acompañado de una fiscalización estricta y sistemas de trazabilidad consolidados que minimizan la informalidad y aseguran la calidad del insumo para la industria energética.

La gobernanza del sector exige recolección obligatoria, reportes, control de destino y procesos formales de manejo, lo que ha permitido capturar prácticamente la totalidad del potencial comercial estimado en unas 116 kt/año, de las cuales se recuperan entre 88 y 107 kt/año (Choa, y otros, 2015). Tras la recolección, Corea del Sur participa en almacenamiento y pretratamiento de UCO, aunque su fortaleza principal radica en el tratamiento y refinación, con una capacidad cercana a 1.170 kt/año de biodiésel; sin embargo, la producción doméstica de UCO es insuficiente, por lo que el país depende de la importación para responder a la creciente demanda de biocombustibles. En cuanto a la comercialización, Corea del Sur no solo importa UCO, sino que está emergiendo como hub logístico y de certificación en Asia, enlazando productores regionales con refinerías nacionales mediante cadenas certificadas y participando en adquisiciones estratégicas para asegurar el suministro ante la creciente competencia global por estos residuos energéticos (GAIN, 2024; Rhee&K International, 2025).

(i) Actores clave en la cadena de valor del UCO en Corea del Sur

La Korea Bioenergy Association (KBEA) actúa como principal articulador público-privado del sector, coordinando a productores, refinerías y organismos gubernamentales en la implementación del mandato de mezcla de biodiésel. La producción es impulsada por los grandes conglomerados energéticos SK Energy, GS Caltex, S-Oil y HD Hyundai Oilbank, que han orientado progresivamente sus inversiones hacia materias primas residuales como el UCO (IEA, 2020). Si bien Corea del Sur ha llegado a exportar excedentes de biodiésel, la estrategia energética reciente prioriza retener mayor volumen dentro del país para abastecer su creciente demanda de combustibles avanzados, incluyendo el desarrollo de SAF bajo rutas HEFA y co-procesamiento (SGS, 2025).

En este contexto, las cuatro principales refinerías del país han avanzado de forma paralela hacia la producción de combustibles renovables. SK Energy, con la mayor capacidad de refinación del país en Ulsan, lanzó en septiembre de 2024 su primera línea dedicada de SAF, con una capacidad aproximada de 80.000 t/año de SAF y 20.000 t/año de otros productos bajos en carbono (Kim, y otros, 2025; Sun, 2025). GS Caltex, desde su complejo de Yeosu, suscribió un acuerdo de suministro de SAF con Korean Air basado en co-procesamiento (Kim, y otros, 2025). Por su parte, S-Oil obtuvo la certificación ISCC para SAF y participa en una planta de producción conjunta (Kim, y otros, 2025). Finalmente, HD Hyundai Oilbank, respaldada por Saudi Aramco y con sede en Daesan, puso en marcha una planta

de biodiésel de 130.000 t/año y es co-partícipe de esa misma instalación SAF conjunta con S-Oil (HD Hyundai Oilbank, 2026; Sun, 2025).

(ii) Incentivos y regulaciones

El principal motor de la demanda de UCO en Corea del Sur ha sido su Renewable Fuel Standard (RFS), que establece mandatos progresivos de mezcla de biodiésel (IEA, s.f.):

- 2006-2007: se comenzó con 0,5%.
- 2012: se introduce el mandato obligatorio de mezcla B2 (2%).
- 2013: se formaliza el marco legal del Renewable Fuel Standard (RFS).
- 2018: la mezcla obligatoria aumenta a 3%.
- 2024: la proporción de mezcla de biodiesel se incrementó al 4%.

Obligando a las empresas energéticas a asegurar un suministro estable de materias primas de baja huella de carbono para cumplir con las exigencias regulatorias. Dentro de este marco, el biodiésel coreano se produce principalmente a partir de UCO, grasas animales, aceite de palma y subproductos del destilado de ácidos grasos de palma (PFAD), con una preferencia de mercado creciente hacia el UCO por su reducción de emisiones y la presión internacional para reducir la dependencia de insumos derivados de palma. Como resultado, el UCO se ha convertido en un componente clave del mix de materias primas para biodiésel, representando 25-35% del total utilizado (Jeon, 2024; Ang, 2023).

Pese a su alta eficiencia de recolección, Corea del Sur enfrenta una limitación estructural: la generación local de UCO es relativamente baja, debido a patrones alimentarios con menor uso de frituras en los hogares. En la actualidad, la Ley de Promoción de la Transición hacia una Economía y Sociedad Circulares en Corea del Sur exige la correcta separación de los residuos generados en los hogares. A partir de esta normativa surgió la iniciativa “paga por lo que tiras”, que aplica un cobro en función del peso de los desechos no reciclables, motivando así una gestión responsable y una disposición adecuada de los residuos domésticos. El UCO se incluye dentro de los residuos reciclables, y aunque se ha evaluado la posibilidad de otorgar incentivos específicos para su recolección, hasta ahora no se han implementado medidas concretas al respecto (Choa, y otros, 2015; Yu, 2018).

Sin embargo, aun un aumento sustancial del segmento residencial no resolvería la brecha entre oferta y demanda, por lo que Corea del Sur mantiene un esquema de importaciones regulares de 70 a 100 kt/año de UCO, principalmente desde Japón, China y Taiwán, para abastecer su creciente industria de biocombustibles (GuGuDu, 2025; Choa, y otros, 2015; Kristiana, y otros, 2022).

En años recientes, la política energética coreana ha ampliado su foco desde el biodiésel hacia el SAF, reconociendo que el UCO es el principal insumo para la ruta HEFA. En agosto de 2024, Corea del Sur implementó un mandato SAF que exige el uso de al menos 1% de combustible de aviación sostenible en todos los vuelos internacionales salientes a partir de 2027 (Kim, y otros, 2024). En septiembre de 2025, el gobierno publicó la hoja de ruta formal del mandato SAF y constituyó la SAF Alliance, un mecanismo institucional que agrupa a dos ministerios, la autoridad de seguridad del transporte (Kotsa), K-Petro y las asociaciones de aviación y petróleo, con el fin de coordinar la implementación del mandato (Giam, 2025). En octubre de 2023, SK Trading International, el Korea Development Bank y Eugene Private Equity constituyeron un consorcio para adquirir el 100% de Daekyung O&T, el mayor

proveedor nacional de materias primas residuales para biodiésel, SAF y HVO. El consorcio cuenta con 13 instalaciones en Corea del Sur y capacidad para suministrar aproximadamente 200 kt/año de feedstock combinado (UCO y grasas animales), con el fin de asegurar materia prima para la expansión de la producción de SAF y HVO en el país (S&P Global, 2023).

Esta combinación de mandatos de mezcla, clasificación regulatoria del UCO como residuo obligatorio, incentivos económicos, digitalización y trazabilidad, y cooperación público-privada, ha permitido que Corea del Sur configure un mercado de UCO sólido, predecible y competitivo. La política energética y ambiental, la presión para descarbonizar el transporte y la creciente importancia del SAF han convertido al UCO en un recurso estratégico, impulsando inversiones en infraestructura, compras internacionales y un ecosistema industrial que integra generación doméstica, pretratamiento, refinado y uso final en biocombustibles avanzados. Así, Corea del Sur se posiciona como un caso de referencia global para países que buscan escalar la recolección y valorización de residuos grasos con fines energéticos.

1.2.3. Colombia

Colombia cuenta con un alto potencial para la generación de UCO, respaldado por una base regulatoria y una industria de biodiésel desarrollada. Sin embargo, la cadena de valor todavía presenta fragmentación, informalidad y una marcada tendencia hacia la exportación, en detrimento de la valorización local. El principal destino del UCO colombiano es el mercado internacional, como evidencia en la Ilustración 5, impulsado por la elevada demanda europea de materias primas residuales para biodiésel, lo que obliga a realizar un pretratamiento del UCO antes de exportarlo. A nivel nacional, se estima que los volúmenes recuperados alcanzan aproximadamente 55 kt/año. (Santander-Bossio, y otros, 2025).

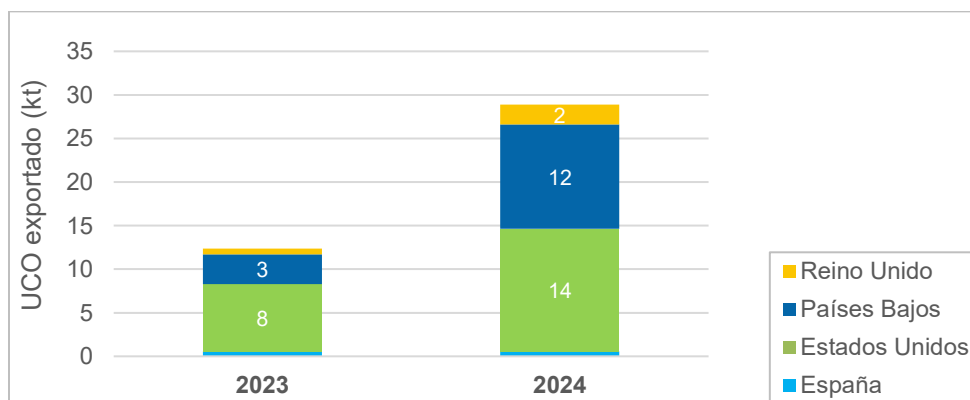


Ilustración 5. Exportación de UCO en Colombia 2023-2024 (Legis Comex, 2026)

No obstante, el país sigue exportando cerca de 30 kt/año (Ilustración 5), principalmente hacia mercados con incentivos avanzados como Estados Unidos, Países Bajos, Bélgica y Reino Unido, donde se han observado crecimientos significativos entre 2023 y 2024 (Legis Comex, 2026). En ciudades como Barranquilla y en el departamento del Atlántico, estudios recientes estiman una recuperación formal de alrededor de 1.670 t/año, equivalente a aproximadamente un 3% del UCO recolectado a nivel nacional y un 5% del exportado, cifra que permitiría la producción de aproximadamente 1.570 t/año de biodiésel (CFC Common Fund for Commodities, 2023).

Desde la perspectiva industrial, Colombia cuenta con actores que utilizan UCO como materia prima para biocombustibles de segunda generación. Sin embargo, el abastecimiento doméstico no es suficiente, y los volúmenes disponibles fluctúan según condiciones de precio y logística. Este desajuste se ve influenciado por el diseño histórico de las plantas nacionales, concebidas para procesar principalmente aceite de palma, lo que limita la capacidad de valorización local de residuos y hace que la exportación del UCO resulte más atractiva que su uso interno, especialmente hacia países con incentivos a combustibles avanzados como Estados Unidos y Europa. A pesar de que la mezcla obligatoria nacional fue actualizada al 10%¹² de biodiésel en diésel (2024), la ausencia de incentivos diferenciados para combustibles de segunda generación reduce el atractivo de emplear UCO en la producción nacional de biodiésel o futuros desarrollos de SAF.

(i) Actores clave en la cadena de valor del UCO en Colombia

El ecosistema institucional y empresarial del UCO en Colombia integra actores gremiales, autoridades ambientales y empresas privadas que se articulan a lo largo de toda la cadena de valor. En el ámbito gremial, la Asograsas, Asociación Colombiana de la Industria de Grasas y Aceites Comestibles, activa desde 2008, participó en la construcción del documento técnico que antecedió a la Resolución 316 de 2018 (Ministerio de Ambiente, 2017), que se detalla a continuación, y actualmente representa a la industria en la agenda legislativa y regulatoria. Su labor incluye seguimiento técnico y jurídico a iniciativas que impactan la cadena de aceites comestibles, especialmente en materia de control de ilegalidad y adulteración (Asograsas, 2016). Por su parte, la Fedebiocombustibles (Federación nacional de biocombustibles) amplía el enfoque hacia el aprovechamiento energético del UCO, incluyendo biodiésel, HVO y SAF, y realiza seguimiento a los mandatos de mezcla y a las políticas de transición energética.

En el plano institucional, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), como primera autoridad ambiental en sus respectivas jurisdicciones, son responsables de implementar los registros de generadores y gestores de UCO exigidos por la Resolución 316 de 2018 (Ministerio de Ambiente, 2018). Estas entidades ejercen funciones de licenciamiento, control y seguimiento, lo que les permite consolidar bases de datos territoriales y fortalecer la trazabilidad del residuo dentro de un sistema de información ambiental descentralizado.

En el segmento de recolección y exportación, empresas como Ecogras Colombia, que exporta más de 50 toneladas mensuales a Europa bajo certificación ISCC, y Greenfuel, certificada ISCC EU desde 2013, lideran la cadena exportadora (La República, 2022). A ellas se suman Reaceico, con planta en Galapa y cobertura en nueve ciudades, así como Atica, Recoils y Bioils, que completan el mapa de gestores con presencia territorial.

En la frontera tecnológica e industrial, Ecopetrol (la principal empresa de petróleo y gas de Colombia) realizó entre septiembre y octubre de 2024 pruebas industriales de HVO y SAF en su Refinería de Cartagena, y lidera el programa SAF Vuela junto con LATAM Airlines, con quien operó en abril de 2025 el primer vuelo comercial en Colombia con combustible sostenible de aviación (Ecopetrol, 2024).

¹² El mandato de biodiésel en Colombia se cumple de manera general y rigurosa; no obstante, puede ser suspendido temporalmente mediante decreto en casos excepcionales (como paros nacionales, bloqueos viales o eventos que afecten la producción o distribución) y para zonas o periodos específicos. La información pública indica que la producción nacional de biodiésel se ha mantenido activa y ha presentado incrementos en varios periodos recientes (The Global Economy, 2022).

(ii) Regulación e incentivos

El marco regulatorio ha priorizado la generación de conciencia y la asignación clara de responsabilidades a los diferentes actores de la cadena de valor. Sin embargo, aún es necesario fortalecer tanto la regulación como la trazabilidad, con el fin de reducir la presencia del mercado informal.

Resolución 316 de 2018

La Resolución 316 de 2018, emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, busca regular la disposición de aceites de cocina usados en Colombia para reducir sus impactos ambientales, especialmente en agua, suelo y salud.

La normativa establece como obligación general que toda persona industrial, comercial o de servicios que genere UCO, así como todo gestor de UCO, debe inscribirse ante la autoridad ambiental competente en la jurisdicción donde realice actividades de generación, recolección, tratamiento y/o aprovechamiento. Corresponde a estas autoridades implementar el mecanismo de inscripción, expedir las constancias respectivas a los gestores y ejercer funciones de seguimiento y control. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018)

- Productores y distribuidores: educar y promover que el UCO se entregue a gestores autorizados.
- Hogares: recolectar el aceite en envases sellados y llevarlo a puntos limpios.
- Industrias y comercios: inscribirse, capacitar a su personal, reportar cantidades y entregar UCO solo a gestores autorizados.
- Gestores: inscribirse, reportar actividades, almacenar adecuadamente y expedir constancias.
- Municipios: promover educación y alianzas para la recolección.

Acuerdo Distrital 634 de 2015

En Bogotá, el marco más avanzado a nivel nacional para la gestión de UCO es el Acuerdo Distrital 634 de 2015, que obliga a generadores, transportadores y gestores a registrarse ante la Secretaría Distrital de Ambiente. Esta entidad mantiene un registro actualizado de gestores autorizados. La infraestructura de recolección se ha fortalecido mediante alianzas público-privadas, integrando plazas de mercado y múltiples puntos de acopio distribuidos en toda la ciudad, lo que facilita la adecuada disposición y reciclaje del aceite vegetal usado.

Proyecto de Ley 213 de 2023

En septiembre de 2023, se radicó el Proyecto de Ley 213 de 2023, cuyo objetivo es modificar el artículo 468-1 del Estatuto Tributario para reducir el Impuesto al Valor Agregado (IVA) de los aceites vegetales comestibles y las margarinas del 19% al 5%. La iniciativa se encuentra en sus etapas finales de aprobación y contempla, además, que el Ministerio de Salud presente informes periódicos sobre el consumo de estos productos y su relación con enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

Pese a esta estructura normativa, la dinámica real del mercado está fuertemente condicionada por comportamientos informales. Entrevistas con transformadores y plataformas recolectoras revelan que una proporción significativa del aceite usado no ingresa al circuito formal: pérdidas cercanas al 70% en cocinas, ventas a recolectores no

autorizados y fenómenos de blanqueo que reinsertan aceites reutilizados en cadenas alimentarias. El IVA al aceite comestible agravó la brecha, encareciendo el producto legal y estimulando flujos hacia mercados informales con mezclas irregulares, lo que reduce la disponibilidad de UCO para usos energéticos.

1.2.4. Uruguay

Uruguay se encuentra en una etapa de consolidación de su mercado de UCO, marcada por un ecosistema aún incipiente y por la coexistencia de oportunidades emergentes y barreras estructurales. El país presenta un consumo per cápita de 15-17 litros de aceite vegetal por persona al año, con un potencial de recuperación de UCO, estimado en torno al 10% del consumo total, equivalente a 5-6 kt/año. Los volúmenes efectivamente recuperados se sitúan entre 1,5 y 2 kt/año, es decir, cerca del 40% del potencial y que representa alrededor de un 2%¹³ del aceite consumo al año a nivel país, una cifra que coincide con los registros formales de unas 2,0 kt/año y que evidencia un esquema de recolección todavía fragmentado, con bajos niveles de conciencia ciudadana, informalidad persistente y limitados incentivos para la valorización energética del residuo.

La recolección comercial e industrial en Uruguay está en un 75% cubierto por la empresa recolectora Bionexo, el resto se reparte equitativamente entre otras tres empresas del rubro. Bionexo exportó el 2025 1,8 kt/año (Legis Comex, 2026), principalmente a Países Bajos (77%).

Por otro lado, la recolección domiciliar ofrece un ejemplo claro de las dificultades operativas del sistema. La empresa de Alcoholes del Uruguay S.A. (ALUR), parte del Grupo Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland de Uruguay (ANCAP), implementó en 2014 el programa “La energía se transforma” (Subrayado News, 2022), que consiste en un modelo basado en máquinas automáticas de intercambio de recipientes, equipadas con software de monitoreo remoto y alertas de llenado para optimizar rutas logísticas (Intendencia de Montevideo, 2020). Aunque tecnológicamente robusto, el esquema se ha visto afectado por el vandalismo, los costos de mantenimiento y la necesidad de visitas frecuentes no asociadas a llenado, sino a daños en los equipos. Como alternativa, también se están manejando puntos limpios ubicados en centros barriales dependientes de las intendencias, donde funcionarios entregan y reciben recipientes (Intendencia de Montevideo, 2020).

La estructura del mercado uruguayo, caracterizada por la escasez de grandes cadenas de comida y por la fuerte presencia de pequeños establecimientos dispersos; dificulta la creación de economías de escala y aumenta los costos logísticos, especialmente en zonas alejadas de la costa metropolitana donde operan la mayoría de los recolectores.

Respecto al uso final del UCO, Uruguay ha orientado históricamente este residuo hacia la producción de biodiésel por transesterificación (ANCAP, s.f.). ALUR ha demostrado capacidad técnica para incorporar bajos porcentajes de UCO sin pretratamiento, mediante mezclas con aceites refinados de alta calidad. Sin embargo, un uso más intensivo requeriría pretratamiento físico-químico. En el marco del proyecto HEFA del Grupo ANCAP, alineado con el trabajo del Grupo para transformar la refinería en una biorrefinería, está previsto hacia 2030. La capacidad de la planta permitirá procesar entre ~150 y 200 kt/año de aceite

¹³ Estimación realizada considerando una densidad promedio del aceite vegetal de 825 kg/m³ y una población de 3.499.451 personas (Oficina de Planeamiento y Presupuesto, 2024).

(BioEconomía, 2024), aunque la contribución del UCO nacional sería marginal. De acuerdo con lo regido en el proceso de entrevistas, la presencia de grasas animales o aceites hidrogenados en los residuos domiciliarios no constituye una limitación relevante para la producción; sin embargo, puede requerir la incorporación de sistemas de calefacción en las etapas de vaciado, almacenamiento o transporte, con el fin de evitar su solidificación.

(i) Actores clave en la cadena de valor del UCO en Uruguay

En Uruguay, el sector vinculado al UCO y los biocombustibles está concentrado en pocos actores. ANCAP es el actor dominante en el mercado de combustibles, como importador y comercializador de carburantes para el transporte. Su filial ALUR lidera desde 2014 el programa “La energía se transforma” para recolectar UCO domiciliario y comercial, evitar vertimientos y transformarlo en biodiésel de segunda generación. La red supera 40 puntos de acopio doméstico y 70 comerciales en varios departamentos, con ~2,5 millones de litros acumulados; hacia 2030 se proyecta canalizar este insumo a SAF y HVO (ruta HEFA). En el ámbito privado, destaca Bionexo, el mayor exportador de UCO del país (Renewable Energy Magazine, 2022; CEMPRE Uruguay, 2024), cuya actividad refleja la orientación exportadora del mercado uruguayo de UCO. La experiencia uruguaya ofrece elementos de interés para el contexto chileno. La construcción de una red de acopio con cobertura municipal y puntos limpios demuestra que la infraestructura domiciliaria puede escalar cuando se articula con gobiernos locales y se integra a sistemas de recolección ya existentes. La educación y sensibilización permanente hacia la ciudadanía ha sido determinante para sostener la participación en el tiempo, más allá de la instalación inicial de la infraestructura. Finalmente, la trayectoria de ALUR ilustra cómo una estrategia de valorización local puede evolucionar progresivamente desde el biodiésel hacia combustibles de mayor valor agregado como SAF y HVO, integrando objetivos ambientales y de desarrollo industrial en una misma cadena.

(ii) Regulación e incentivos

El entorno regulatorio uruguayo ha cambiado de manera relevante en los últimos años. Si bien leyes como la Ley 17.567 (2002), que declara interés nacional en la producción de combustibles, y la Ley 18.195 (2007), que fomenta la regulación de la producción, comercialización y utilización de agrocombustibles¹⁴ y la Estrategia Energética 2005-2030 reconocen el rol de los biocombustibles, la eliminación del mandato de biodiésel en el gasoil redujo drásticamente la demanda interna (Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua, 2025). En el ámbito comercial, la Ley 19.829 del año 2019, que aprueba las normas para la gestión integral de residuos, exige que los comercios presenten un plan de gestión de residuos, en el que el aceite usado comestible debe ser gestionado de forma independiente por sus características. Sin embargo, a partir de las entrevistas se identificó que el control estatal es limitado y no existen mecanismos que obliguen a demostrar de forma sistemática el destino del aceite usado. Esto se complementa con el Plan Nacional de Gestión de Residuos del Ministerio de Ambiente del Uruguay (2021), que promueve la economía circular, la segregación de residuos en origen, entre otros, buscando alcanzar metas a nivel nacional hacia el año 2033. Específicamente se establece que en los próximos años se establecerán normativas específicas para la gestión de aceites usados comestibles.

¹⁴ En la Ley 18.195 (2007), agrocombustible se define como un “combustible líquido renovable de origen agropecuario o agroindustrial, que comprende entre otros, al alcohol carburante y al biodiesel”.

En resumen, se observa en la Tabla 5, ambos países importadores (Estados Unidos y Corea del Sur) enfrentan importantes desafíos en cuanto a la confiabilidad, el monitoreo y la trazabilidad real del UCO importado, ya que con frecuencia este llega mezclado o, mediante prácticas de mercado desleal, se presenta como aceite usado, cuando realmente es aceite virgen. Según entrevistas realizadas a actores de toda la cadena de valor, esto se debe a que los incentivos y la valorización del UCO suelen concentrarse en las etapas finales de la cadena de valor; en las etapas iniciales, el precio del UCO se sitúa en torno a los 300 USD por tonelada, mientras que para la exportación alcanza valores cercanos a los 900-1.000 USD por tonelada. Se observó de manera similar, en los países exportadores, los incentivos están enfocados en la exportación y el aprovechamiento del UCO, lo ha fortalecido el mercado informal de UCO en varios países latinoamericanos.

Asimismo, se evidenció que los incentivos para incrementar el uso y la producción de biocombustibles en los distintos países ha impulsado la demanda nacional de UCO. Esta visión se complementa con el caso de Uruguay, donde la eliminación de los mandatos de mezcla de biodiésel provocó la desaparición de la demanda interna, convirtiendo al país en un exportador neto tanto de biodiésel como de UCO.

Por último, resulta claro que la concientización y educación sobre el manejo adecuado del UCO es fundamental para mejorar las tasas de recolección domiciliar, contribuyendo tanto a la reducción de malas prácticas, como desechar el aceite en el drenaje, hasta la disminución de actos de vandalismo en los puntos limpios de disposición.

Tabla 5. Cuadro comparativo de los mercados/países seleccionados.

	Estados Unidos	Corea del Sur	Colombia	Uruguay
Volumen recuperado	Recupera cerca de 2.900 kt/año, impulsado por una industria amplia, madura y con cadenas logísticas altamente desarrolladas.	Recupera entre 88-107 kt/año.	Recupera 55 kt/año, aproximadamente.	Recupera alrededor de 1,8 kt/año, mediante un sistema centralizado de acopio gestionado principalmente por ALUR.
Tasa de recolección	~25% del UCO generado, reflejo de un mercado impulsado por incentivos y participación privada, aunque con variabilidad entre estados.	78-98% de UCO, una de las tasas más altas del mundo, gracias a fiscalización fuerte, obligatoriedad en establecimientos y sistemas de trazabilidad consolidados.	No existe cifra oficial; la cadena presenta alta informalidad y cobertura desigual entre regiones.	No se reporta públicamente una tasa, pero la operación bajo un esquema institucional sugiere una recolección ordenada y estable.
Mandatos	Combina el RFS federal con esquemas estatales como LCFS, creando señales de mercado robustas y diversificadas.	Mandato creciente de biodiésel: 3,5% (2023) → 4% (2024) → 8% (2030), en línea con su estrategia energética de largo plazo.	Existen incentivos regulatorios y fiscales, pero sin un mandato uniforme nacional aplicado al gasoil.	El año 2021 se elimina el mandato mezcla de biodiésel en gasoil (año 2021).
Incentivos	Utiliza RINs, créditos del LCFS y programas estatales/locales que promueven el uso de residuos como materia prima.	Ofrece subsidios, apoyo a innovación tecnológica y exige trazabilidad estricta, respaldada por una infraestructura de recolección profesionalizada.	Exportación, certificación ISCC, registro obligatorio, mezcla obligatoria de biodiesel, incentivos tributarios.	Cuenta con apoyo institucional mediante el Grupo ANCAP, sumado a una red nacional de puntos de recolección.
Comercio de UCO	Participa activamente tanto en importación como exportación, siendo uno de los mercados comerciales más dinámicos a nivel global.	Importa 70-100 kt/año principalmente desde Japón, China y Taiwán, para complementar una demanda interna en rápido crecimiento.	Funciona como exportador neto (~35 kt/año) debido a precios internacionales atractivos y limitada demanda local.	Tiene comercio externo reducido, como por ejemplo a países de Europa y Brasil (Uruguay XXI, 2026); la mayor parte del UCO se utiliza dentro del mercado doméstico.
Proyección SAF/HVO	Posee una industria madura en rutas HEFA para SAF y HVO, con capacidad instalada considerable y crecimiento sostenido.	Presenta una rápida expansión impulsada por su hoja de ruta SAF y alianzas sectoriales que aseguran suministro, inversión y adopción en aviación.	Proyectos HEFA hacia 2029, alineados con la consolidación de la cadena UCO nacional.	Proyecto HEFA nacional al 2030, orientado a integrar la cadena de valor local con combustibles avanzados.

1.3. internacionales

A nivel internacional, existen diversas organizaciones que dedican parte de sus esfuerzos a impulsar el desarrollo de nuevos mercados mediante iniciativas que, en algunos casos, pueden ser replicadas y adaptadas como políticas públicas en contextos nacionales. En el marco de este estudio, se identificaron aquellas organizaciones que promueven específicamente el desarrollo del mercado de UCO, con énfasis en el fortalecimiento de los sistemas de recolección y la creación de condiciones habilitantes para su valorización, que se describen a continuación.

Los fondos y bancas multilaterales, listados en la Tabla 6, tienen un rol en la creación y maduración del mercado del UCO, particularmente en etapas tempranas donde persisten riesgos tecnológicos, regulatorios o de suministro. A través de instrumentos de financiamiento climático, financiamiento concesional y esquemas de financiamiento combinado, estas instituciones contribuyen a cerrar brechas de inversión, facilitar la bancabilidad de proyectos HEFA y enviar señales claras al mercado sobre la viabilidad de utilizar UCO como materia prima para la producción de SAF y HVO. Su participación no solo permite la materialización de proyectos pioneros, sino que también favorece la replicabilidad de modelos en otros países mediante el desarrollo de capacidades locales, cadenas de suministro formales y estándares de sostenibilidad.

Tabla 6. Entidades internacionales - fondos y bancas multilaterales.

Entidad	Tipo	Contribución al UCO	Aportes concretos a la cadena	Casos de éxito
Corporación Financiera Internacional (IFC, por su sigla en inglés)	Banca multilateral (sector privado del Grupo Banco Mundial).	Financiamiento climático y financiamiento combinado para proyectos basados en UCO.	Estructuración financiera; mitigación de riesgos; apoyo a plantas HEFA basadas en residuos grasos.	Primera inversión IFC en una planta SAF HEFA (SAFCO Ventures) basada en UCO (Pakistán) ¹⁵ ; desarrollo de cadena de suministro y empleo local.
Banco Asiático de Desarrollo (ADB, por su sigla en inglés)	Banca multilateral regional.	Financiamiento de instalaciones SAF que priorizan UCO como materia prima.	Estructuración y sindicación de financiamiento; acuerdos de offtake; financiamientos; fortalecimiento logístico.	Primer proyecto SAF privado, de SAFCO Ventures, de Asia-Pacífico (Pakistán) basado en UCO ¹⁶ ; señal de mercado para escalar residuos.

¹⁵ Para mayor información, acceder a: [ADB, SAFCO Venture Holdings Sign \\$86.2 Million Deal to Boost Sustainable Aviation Fuel Production in Pakistan.](#)

¹⁶ Para más información acceder a: [ADB, SAFCO Venture Holdings Sign \\$86.2 Million Deal to Boost Sustainable Aviation Fuel Production in Pakistan.](#)

Entidad	Tipo	Contribución al UCO	Aportes concretos a la cadena	Casos de éxito
Corporación Interamericana de Inversiones (BID Invest)	Banca multilateral regional (sector privado).	Promoción de biorrefinerías HEFA con uso de UCO.	<i>Due diligence</i> , financiamiento y modelamiento de cadenas sostenibles.	Impulso de SAF/HVO en América Latina a través del financiamiento de planta de producción de SAF a partir de materias primas residuales, de Acelen en Brasil ¹⁷ .
Banco Europeo de Inversiones (EIB, por su sigla en inglés)	Banco de la Unión Europea (UE).	Reconversión industrial hacia biorrefinerías que aceptan UCO.	Financiamiento de infraestructuras que usan UCO en Ecofining.	Conversión de refinería de Eni en Italia a una biorrefinería, mediante la instalación de plantas de producción de combustibles hidrogenados con capacidad de producir HVO/SAF a partir de UCO ¹⁸ .

Las redes, plataformas y asociaciones especializadas, identificadas en la Tabla 7, cumplen una función clave en la estructuración operativa del mercado del UCO. Estas iniciativas abordan la informalidad en la recolección, la falta de trazabilidad, el riesgo de fraude y la volatilidad en el suministro, mediante herramientas de certificación, digitalización y transparencia. Al conectar actores de la oferta y la demanda, y generar información técnica sobre costos, logística y sostenibilidad, estas plataformas contribuyen a profesionalizar el mercado del UCO y a reducir las barreras de entrada para biorrefinerías y formuladores de políticas públicas.

Tabla 7. Entidades internacionales - asociaciones y redes de UCO.

Entidad	Tipo	Rol en la cadena UCO	Herramientas/ actividades	Contribución al mercado
UCO Trading	Empresa privada internacional.	Comercio global de UCO y subproductos.	Certificación (p. ej., ISCC), logística, aseguramiento de calidad.	Estabilidad de suministro para biorrefinerías HVO/SAF; formalización del mercado.

¹⁷ Para más información acceder a: [Acelen: Brazil's Sustainable Aviation Fuel Export Platform](#) y [Acelen inicia protocolo de producción de macauba sin precedentes](#).

¹⁸ Para más información acceder a: [Italy: EIB and Eni sign €500 million finance agreement to convert Livorno refinery into a biorefinery](#).

Entidad	Tipo	Rol en la cadena UCO	Herramientas/ actividades	Contribución al mercado
UCO Network	Plataforma digital (privada).	Trazabilidad, transparencia y <i>marketplace</i> .	Blockchain, <i>Internet of Things</i> (IoT, por su sigla en inglés), modelo “recycle-to-earn”, cumplimiento automático.	Reducción de fraude; fortalecimiento de trazabilidad; incentivos a la recolección.
International Council on Clean Transportation (ICCT)	ONG técnica.	Análisis de políticas para combustibles avanzados.	Estudios de SAF desde la recolección del UCO ¹⁹ , logística, costos y estándares.	Input técnico para reguladores; orientación en mandatos y certificaciones. Para Indonesia realizó un estudio en el contexto de la evaluación de la incorporación del SAF al programa nacional de biocombustibles, en el que analizó la creación de un Fondo de Aceite Usado de Cocina ²⁰ .

Los organismos internacionales de política climática y ambiental, identificados en la Tabla 8, desempeñan un rol habilitante y legitimador para la valorización del UCO, al integrarlo en narrativas y marcos globales de economía circular, gestión de residuos y mitigación del cambio climático. A través de resoluciones, plataformas de conocimiento y programas de reconocimiento internacional, estas entidades contribuyen a posicionar el UCO como un recurso estratégico, más que como un residuo, facilitando su incorporación en políticas nacionales de transporte limpio, bioenergía y acción climática, así como en instrumentos de planificación de largo plazo.

¹⁹ En la librería de ICCT, al filtrar por “UCO”, se puede encontrar material relacionado con la cadena de valor del UCO: [Búsqueda en librería de ICCT](#).

²⁰ El ICCT propone la creación de un Fondo de Aceite de Cocina Usado (UCOF) en Indonesia, financiado con gravámenes a la exportación de UCO, como instrumento para apoyar la producción de SAF y mejorar las tasas de recolección del residuo. Para más detalle dirigirse a: [ICCT launches report on Indonesia’s UCO plan: The Daily Digest](#).

Tabla 8. Entidades internacionales - Organizaciones internacionales.

Entidad	Tipo	Contribución al UCO	Ámbitos de trabajo	Impacto en cadenas UCO → combustibles avanzados
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	Organización de las Naciones Unidas (ONU) - Programa Ambiental.	Promoción de economía circular y movilidad limpia.	Políticas de transporte, bioeconomía, circularidad.	Instrumentos que facilitan valorización de residuos como UCO: plataforma de circularidad del PNUMA ²¹ , documento de Global Waste Management Outlook 2024 ²² , Resolución sobre economía circular ²³ .
Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)	ONU - Marco Climático.	Difusión de proyectos basados en UCO.	Premios y visibilidad internacional (ej. Momentum for Change).	Escalamiento de casos exitosos; legitimación pública del UCO como recurso.
Organización de los Estados Americanos (OEA)/Alianza de Energía y Clima de la Américas (ECPA, por su sigla en inglés)	Organización multilateral regional.	Cooperación en energía y economía circular.	Pilotos de biodiésel con UCO; plataformas ministeriales.	Fortalecimiento de capacidades; promoción de modelos replicables.

Finalmente, los organismos técnicos internacionales, listados en la Tabla 9, aportan la base analítica, metodológica y de estandarización necesaria para el desarrollo sostenible del mercado del UCO. Mediante indicadores de sostenibilidad, análisis de escenarios, guías de política pública y consensos regionales, estas instituciones permiten alinear las iniciativas nacionales con estándares internacionales y mejores prácticas.

²¹ Para más información dirigirse a: <https://buildingcircularity.org/>.

²² Para más información dirigirse a: [Global Waste Management Outlook 2024](#).

²³ Para más información dirigirse a: [UNEP/EA.6/8](#).

Tabla 9. Entidades internacionales - Organismos técnicos.

Entidad	Tipo	Rol para UCO/SAF/HVO	Herramientas	Relevancia para Chile
IEA / IEA Bioenergy	Organización intergubernamental.	Seguimiento global de bioenergía y tecnologías HEFA.	Reportes, análisis de brechas, escenarios NET-Zero, IEA <i>Bioenergy Technology Collaboration Programm Task 39</i> ²⁴ .	Identificación de rutas UCO → SAF; alineación con estándares internacionales.
Global Bioenergy Partnership (GBEP)	Alianza internacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por su sigla en inglés).	Estándares voluntarios de sostenibilidad.	24 indicadores de sostenibilidad para bioenergía.	Base metodológica para certificación y diseño regulatorio sobre UCO, como la guía de implementación de los indicadores de sostenibilidad ²⁵ .
World Bioenergy Association (WBA)	Asociación internacional.	Plataforma de cooperación internacional y promueve marcos regulatorios.	Publicaciones técnicas y reportes, webinars, promoción de incentivos y regulación.	Conocimiento y redes internacionales.
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	Organismo intergubernamental.	Articulación regional entre agricultura, bioenergía y transporte; promoción de SAF y biocombustibles líquidos.	Guía para la formulación de políticas públicas para SAF ²⁶ .	Referencia para el diseño de políticas y hojas de ruta nacionales.

²⁴ Para más información dirigirse a: [Task 39 | Biofuels to Decarbonize Transport](#).

²⁵ Para más información dirigirse a: [Implementation Guide for the Global Bioenergy Partnership Sustainability Indicators for Bioenergy](#).

²⁶ Para más información dirigirse a: [Guía para la formulación de políticas públicas para combustibles sostenibles de aviación](#).

Entidad	Tipo	Rol para UCO/SAF/HVO	Herramientas	Relevancia para Chile
Coalición Panamericana de Biocombustibles Líquidos (CPBIO)	Alianza regional público-privada de carácter técnico-institucional a cargo del IICA.	Coordinación y promoción de biocombustibles líquidos y SAF en las Américas.	Firma de declaratorias panamericanas sobre el desarrollo y la promoción de SAF en las Américas ²⁷ .	Referencia política y técnica para respaldar la inclusión de SAF y rutas HEFA en la agenda climática.

1.4. Esquemas de certificación

La certificación es el mecanismo que permite demostrar el cumplimiento de los requisitos técnicos, ambientales y de trazabilidad exigidos por los mercados regulados, y constituye un elemento central para la valorización del UCO como materia prima para biocombustibles avanzados. En términos generales, la certificación es una herramienta que permite acreditar el origen del producto, sus características de producción y sus atributos de sostenibilidad ante los consumidores finales y las autoridades regulatorias correspondientes, los cuales constituyen la base de su valorización en los mercados de destino.

La certificación se sustenta en la existencia de estándares o esquemas reconocidos que permiten realizar una verificación formal del cumplimiento de los criterios establecidos, a través de una trazabilidad adecuada y la implementación de sistemas de cadena de custodia. Adicionalmente, estos esquemas contribuyen a prevenir el doble conteo²⁸, el fraude y la reclasificación indebida de residuos, aspectos particularmente relevantes en cadenas de valor basadas en residuos, como la del UCO.

Los proveedores de biocombustibles pueden recurrir tanto a certificaciones voluntarias como obligatorias, dependiendo del mercado de destino. En este contexto, los certificados funcionan como evidencia del cumplimiento de criterios de producto predefinidos en dos tipos de mercados:

- **Mercados voluntarios**, impulsados por la divulgación voluntaria de información por parte de los actores, generalmente asociada a la responsabilidad social corporativa o a fines reputacionales y comerciales. En estos casos, los certificados se utilizan para demostrar el cumplimiento de requisitos adoptados de manera voluntaria.
- **Mercados obligatorios**, en los cuales los certificados son utilizados para demostrar el cumplimiento de exigencias regulatorias específicas. Su objetivo es garantizar la conformidad legal de los productos o procesos productivos, facilitar el acceso a incentivos y, en algunos casos, acceder a precios premium.

²⁷ Para más información dirigirse a: [Declaración del IICA sobre el desarrollo y la promoción de combustibles sostenibles de aviación en las Américas](#).

²⁸ El doble conteo ocurre cuando los atributos ambientales, un beneficio o una unidad certificada de un producto, como un biocombustible alternativo se reclama más de una vez. Esta situación genera sobreestimaciones de los beneficios climáticos reales.

A nivel global, se identifican diversos esquemas de certificación aplicables al UCO para la producción de biocombustibles, entre ellos el biodiésel y SAF. Estos esquemas presentan diferencias en su alcance geográfico, nivel de exigencia y mercados a los que habilitan el acceso, sin embargo, comparten principios comunes de sostenibilidad y trazabilidad, constituyéndose en referencias clave para el desarrollo de cadenas de suministro de UCO orientadas a mercados regulados.

Tal como se muestra en la Tabla 10, el alcance de los esquemas de certificación responde principalmente a mercados regulados, como la Directiva de Energías Renovables (RED, por sus siglas en inglés) de la UE y el Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA, por sigla en inglés), los cuales definen criterios específicos de sostenibilidad que deben ser demostrados a través de estos esquemas.

Tabla 10. Esquemas de certificación identificados de UCO para producir SAF y biodiésel.

Esquema de certificación	Geografía/ alcance	SAF	Biodiésel
ISCC EU	Unión Europea - Directiva de Energía Renovable (RED)	✓	✓
ISCC CORSIA	Global CORSIA	✓	
ISCC PLUS	Global - Voluntario	✓	✓
Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB) EU RED	Unión Europea - Directiva de Energía Renovable (RED)	✓	✓
RSB CORSIA	Global - CORSIA	✓	
RSB Global Fuels	Global - Voluntario	✓	✓
RSB UK RTFO	Reino Unido - <i>Renewable Transport Fuel Obligation</i> (RTFO)		✓
2BSvs	Unión Europea - Directiva de Energía Renovable (RED)	✓	✓
ClassNK	Global - CORSIA	✓	

No obstante, más allá de las particularidades de cada mercado, los esquemas de certificación aplicables al UCO comparten un conjunto de requisitos generales que se describen a continuación.

1.4.1. Requisitos generales de los esquemas de certificación

Los esquemas de certificación establecen requisitos generales orientados a asegurar la sostenibilidad ambiental y social del producto, así como la integridad y transparencia de la

cadena de suministro. Si bien el nivel de exigencia y los criterios específicos pueden variar según el mercado de destino, estos requisitos constituyen una base común para la elegibilidad del UCO en mercados regulados y voluntarios.

(i) Criterios de sostenibilidad

Los esquemas de certificación incorporan criterios de sostenibilidad que el producto debe cumplir, que buscan garantizar que el uso del UCO como materia prima contribuya efectivamente a la reducción de emisiones GEI y no genere impactos ambientales o sociales adversos. Entre los aspectos que comúnmente consideran se encuentran las características del producto y los impactos asociados a su uso, tales como su desempeño en términos de emisiones, los efectos ambientales y las implicancias sociales. En el caso de materias primas residuales como el UCO, estos criterios se aplican considerando su condición de residuo.

(ii) Requisitos de trazabilidad y cadena de custodia

La trazabilidad constituye un elemento central de los esquemas de certificación aplicables al UCO. Los actores de la cadena de suministro deben demostrar la trazabilidad de la materia prima desde su generación hasta su conversión en biocombustible, mediante sistemas de cadena de custodia reconocidos. Estos sistemas permiten asegurar la integridad del flujo de material certificado, prevenir el doble conteo y evitar prácticas fraudulentas o la reclasificación indebida de materias primas.

Entre los elementos requeridos para tener una trazabilidad adecuada se encuentra la implementación de sistemas de gestión, modelos de cadena de custodia, documentación y traspaso de información entre los actores de la cadena de valor. Uno de los modelos de cadena de custodia más utilizados es el de balance de masa, ya que otorga mayor flexibilidad al permitir la mezcla de distintas materias primas con distintas características de sostenibilidad. Esto a diferencia del modelo de segregación física, que no permite la mezcla de materias primas ni productos con distintas características de sostenibilidad.

En la práctica, esto implica que los recolectores mantengan registros consistentes de los volúmenes de UCO recolectados por generador y de los volúmenes posteriormente transferidos o comercializados, gestionando eventuales mezclas de material certificado y no certificado bajo un sistema de balance de masa auditado.

(iii) Información exigida a generadores y recolectores

Los esquemas de certificación establecen requisitos específicos de información que deben ser proporcionados por los generadores y recolectores de UCO. Esta información suele incluir la identificación del generador, el tipo de actividad de origen del residuo, los volúmenes generados y recolectados, la frecuencia de recolección y la documentación que acredite que el UCO corresponde efectivamente a un residuo.

(iv) Proceso de auditorías y controles

El cumplimiento de los requisitos de sostenibilidad, trazabilidad y cadena de custodia es verificado mediante procesos de auditoría realizados por entidades de certificación independientes y acreditadas, llamadas Entidades Certificadoras. Estos procesos incluyen auditorías iniciales para la obtención de la certificación, así como auditorías periódicas de seguimiento y controles documentales y, cuando corresponde, verificaciones en terreno.

Las auditorías permiten evaluar la consistencia de la información reportada, la correcta implementación de los sistemas de gestión y la conformidad con los criterios establecidos por cada esquema.

En este contexto, una auditoría puede incluir la revisión de registros de compra y venta de UCO, así como visitas a instalaciones o a una muestra de generadores, con el fin de verificar la coherencia entre la información reportada y la operación efectiva.

1.4.2. Consideraciones para el uso de UCO en SAF y biodiésel: EU y CORSIA

Si bien los requisitos descritos anteriormente son comunes a los esquemas de certificación aplicables al UCO, su aplicación adquiere particular relevancia en el caso del uso de esta materia prima para la producción de SAF. En estos casos, los esquemas deben demostrar, además, el cumplimiento de criterios y umbrales específicos definidos por los marcos regulatorios correspondientes, como la RED de la UE y CORSIA. Los principales aspectos de estos mercados y sus requerimientos específicos se analizan en los apartados siguientes.

(i) Unión Europea

La UE se posiciona como uno de los mercados más atractivos a nivel global para los biocombustibles, incluyendo el SAF y el biodiésel, debido a la existencia de mandatos de consumo, incentivos económicos y mecanismos regulatorios orientados a promover su adopción.

En 2019, la Comisión Europea (CE) anunció el Pacto Verde Europeo (European Green Deal), cuyo objetivo es guiar a la UE hacia la neutralidad climática, estableciendo una hoja de ruta integral para la descarbonización de la economía. En línea con este objetivo, en julio de 2021 la CE presentó el paquete legislativo Fit for 55, adoptado formalmente en 2023, que contempla la revisión y actualización de la legislación europea existente, así como la introducción de nuevas iniciativas regulatorias, con el fin de alcanzar una reducción de al menos un 55 % de las emisiones de GEI al año 2030, en comparación con los niveles de 1990.

Entre las regulaciones incluidas en este paquete se encuentran la revisión de la RED²⁹, clave para el desarrollo de los mercados de biocombustibles y SAF.

De acuerdo a los requisitos establecidos en el artículo 29 (2) de la Directiva (EU) 2018/2001, aquellos biocombustibles producidos a partir de residuos³⁰ y desechos³¹ deben cumplir con lo establecido en el numeral 10, específicamente en relación a la reducción de emisiones respecto al comparador fósil (94 g CO₂eq/MJ):

- Reducción del 50% de las emisiones para biocombustibles producidos en instalaciones en funcionamiento el 5 de octubre de 2015 o con anterioridad a dicha fecha;

²⁹ Directiva (EU) 2018/2001.

³⁰ En la Directiva (EU) 2018/2001, que referencia al artículo 3, apartado 1, de la Directiva 2008/98/CE, un “residuo” se define como cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.

³¹ En la Directiva (EU) 2018/2001, un “desecho” se define como una sustancia que no es el producto final que un proceso de producción pretende obtener directamente; no es un objetivo primario del proceso de producción y el proceso no ha sido modificado de forma deliberada para producirlo.

- Reducción del 60% de las emisiones para biocombustibles producidos en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento desde el 6 de octubre de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2020;
- Reducción del 65% de las emisiones para biocombustibles producidos en instalaciones que hayan entrado en funcionamiento a partir del 1 de enero de 2021.

En este contexto, para que el UCO y los biocombustibles producidos a partir de esta materia prima sean considerados elegibles bajo la normativa europea y puedan contribuir al cumplimiento de los objetivos establecidos, deben contar con certificación otorgada por esquemas aprobados por la Comisión Europea, entre los cuales se incluyen los indicados en la Tabla 10: 2BSvs, ISCC EU, RSB EU RED.

(ii) CORSIA

El esquema CORSIA, desarrollado por la OACI, constituye el principal marco regulatorio a nivel global para abordar la reducción y compensación de las emisiones de CO₂ provenientes de la aviación civil internacional. CORSIA opera como un esquema global, aplicable a vuelos internacionales entre Estados participantes, y se centra en la reducción de la intensidad de emisiones del sector mediante el uso de SAF y mecanismos de compensación.

Dentro de este contexto, el uso de SAF producido a partir de materias primas residuales, como el UCO, clasificado como desecho, se reconoce como una de las principales alternativas para reducir las emisiones netas del sector aéreo. Para que un combustible sea considerado elegible bajo CORSIA, debe calificar como CORSIA Eligible Fuel (CEF)³² y demostrar el cumplimiento de criterios específicos de sostenibilidad, evaluados bajo un enfoque de ciclo de vida completo. En la tabla 11 se especifican los criterios de sostenibilidad.

La OACI no define un esquema de certificación único, sino que establece un sistema de reconocimiento de Esquemas de Certificación de Sostenibilidad (SCS por su sigla en inglés), los cuales son evaluados y aprobados para demostrar el cumplimiento de los criterios CORSIA. Los esquemas aprobados actualmente corresponden a ISCC CORSIA, RSB CORSIA, ClassNK SCS.

Tabla 11. Criterios de sostenibilidad de CORSIA aplicables a CEF. Fuente: OACI (2025).

Tema	Criterio
1. Gases de Efecto Invernadero	Ahorro de al menos 10% de emisiones GEI durante su ciclo de vida comparado con el comparador fósil (89 gCO ₂ eq/MJ).
2. Reservas de Carbono	Se excluye el uso de biomasa de sistemas terrestres o acuáticos con alto contenido de carbono biogénico.

³² Mayor detalle sobre los criterios de sostenibilidad aplicables a los combustibles CEF se encuentra disponible en: [CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels](#).

3. Permanencia en la Reducción de Emisiones de GEI	Reducción de emisiones atribuidas a SAF deben ser permanentes.
4. Agua	Mantenimiento o mejora de la disponibilidad y calidad del agua.
5. Suelo	Mantenimiento o mejora de salud del suelo.
6. Aire	Minimización de los efectos negativos en la calidad del aire.
7. Conservación	Mantenimiento de la biodiversidad, valor de conservación y servicios ecosistémicos.
8. Desechos y químicos	Manejo responsable de desechos y el uso de químicos.
9. Impactos sísmicos y vibraciones	N/A.
10. Derechos humanos y laborales	Respeto a los derechos humanos y laborales.
11. Uso de tierra y derechos de uso de tierra	Respeto a los derechos y de uso de tierra, incluyendo derechos.
12. Derechos de uso de agua	Respeto a los derechos de uso de agua de las comunidades indígenas locales.
13. Desarrollo local y social	Contribución al desarrollo social y económico en regiones con pobreza.
14. Seguridad alimentaria	Seguridad alimentaria en regiones que tengan malas condiciones en este aspecto.



2.

CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO DE UCO EN CHILE

2. Caracterización del mercado del UCO en Chile

Este capítulo presenta la caracterización del mercado del UCO en Chile, incluyendo la identificación de su cadena de valor, los volúmenes generados y recolectados, los principales actores involucrados, los destinos actuales del residuo y el marco normativo que regula su gestión. La mayor parte de la información presentada se basa en evidencia primaria levantada mediante entrevistas a actores relevantes de la cadena de valor, incluyendo generadores, empresas recolectoras, operadores de pretratamiento y procesamiento, exportadores y entidades públicas. Esta evidencia se complementa con información secundaria proveniente de fuentes públicas, estudios técnicos y registros oficiales, utilizada de manera acotada y citada explícitamente en aquellos casos en que no proviene de las entrevistas. El capítulo se organiza siguiendo el flujo de la cadena de valor, desde la generación del residuo hasta sus destinos finales, cerrando con el análisis del marco normativo aplicable.

2.1. Cadena de valor del UCO

A partir de la información pública recabada y de entrevistas realizadas a actores relevantes del ecosistema del UCO (generadores, empresas recolectoras y responsables del pretratamiento del residuo, empresas que procesan el residuo para transformación en productos finales, exportadores de UCO y entidades públicas), se presenta la identificación y cuantificación de la cadena de valor del UCO en Chile. Los antecedentes provenientes de entrevistas se presentan de manera agregada y cualitativa, sin atribución individual, y se utilizan para complementar y contextualizar los datos secundarios disponibles.

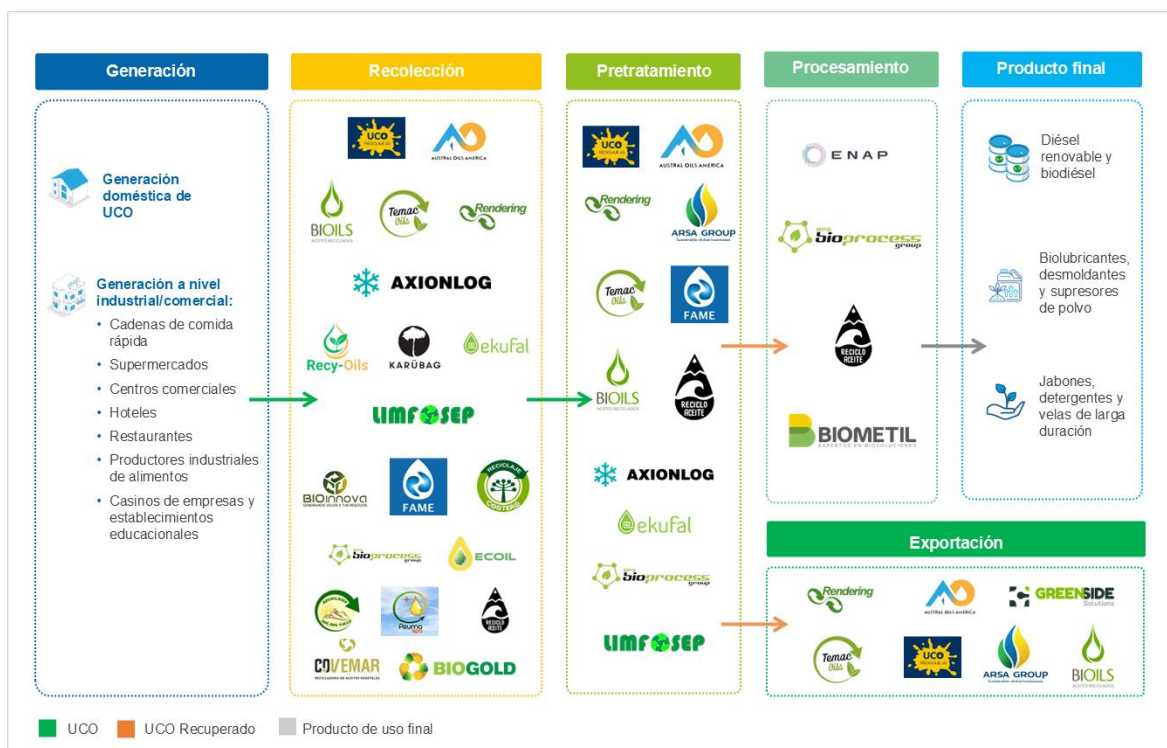
El análisis considera la generación del UCO, su recolección, tratamiento y procesamiento, las entidades que inciden en su gestión y fiscalización, además de sus usos actuales y potenciales, con énfasis en su aprovechamiento actual en el país.

2.1.1. Identificación

Tal como se expuso previamente en el subcapítulo 1.1 de este informe, la cadena de valor del UCO contempla cinco etapas principales: generación, recolección, pretratamiento, procesamiento y usos finales. En Chile, el UCO sigue esta misma estructura de cadena de valor, cuyas etapas se encuentran transversalmente influenciadas por la acción de los entes reguladores y fiscalizadores, los cuales cumplen un rol clave para el adecuado desarrollo y funcionamiento del mercado formal del UCO.

La identificación de los principales actores que participan en cada una de estas etapas se realizó a partir de los registros del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), información recopilada mediante entrevistas a actores de la cadena de valor y el análisis de fuentes públicas, tales como sitios web institucionales³³ y antecedentes sectoriales. Esta identificación se ve representada en la Ilustración 6, que muestra gráficamente la distribución de los actores en la cadena de valor del UCO en Chile.

³³ Se consultaron sitios web institucionales de empresas recolectoras, procesadoras y comercializadoras de UCO en Chile, incluyendo, entre otras, Rendering, Ekufal, Bioils, RecyOils, Austral Oils, Covemar y Bioprocess Group.



Nota: Cabe destacar que, a diferencia de lo expuesto en el subcapítulo 1.1 sobre la cadena de valor internacional, en Chile no se observa importación de UCO.

Ilustración 6. Principales actores en la cadena de valor del UCO en Chile (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

En la etapa de generación, los actores relevantes corresponden, por una parte, al sector residencial distribuido a lo largo del país y, por otra, a los sectores comerciales e industriales, donde se concentran los mayores volúmenes efectivos de UCO. Dentro de estos últimos destacan el sector HORECA, supermercados y centros comerciales, productores industriales de alimentos, cadenas de comida rápida, así como casinos de establecimientos educacionales y de empresas. Si bien el sector residencial explica una fracción relevante del consumo total de aceites, la generación de UCO con potencial de valorización se concentra principalmente en los establecimientos con procesos intensivos de fritura y mayor grado de estandarización operativa, como las cadenas de comida rápida instaladas en el país.

La etapa de recolección está compuesta por un conjunto heterogéneo de empresas que prestan servicios a lo largo del país (ver Ilustración 7). Esta heterogeneidad se manifiesta en diferencias en el tamaño de las empresas, su alcance geográfico, capacidades operativas, el tipo de clientes a los que atienden, y también en los métodos que implementan para asegurar la trazabilidad del residuo recolectado.

Un número reducido de ellas cuenta con cobertura nacional, entre las que se identifican Rendering, Recy-Oils y Bioils, mientras que otros recolectores de tamaño mediano y pequeño, como Axionlog, Covemar y Bioprocess Group, operan con un alcance regional o local. Esta estructura determina diferencias relevantes en términos de capacidades logísticas, trazabilidad y volúmenes gestionados, y convive con la presencia de un segmento informal que compite por el residuo fuera de los circuitos formales.



Ilustración 7. Cobertura a nivel regional de las empresas recolectoras de UCO en Chile (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

Un elemento transversal relevante para el funcionamiento del mercado formal del UCO es la trazabilidad y la certificación. En la práctica, su aplicación condiciona el acceso del residuo a mercados regulados y a destinos de mayor valor, en particular a la exportación para su transformación en combustibles alternativos de baja huella de carbono. De acuerdo con la información levantada en entrevistas, los sistemas de trazabilidad presentan un desempeño más robusto en grandes generadores, especialmente en el canal HORECA, donde se identifican tanto sistemas basados en tecnologías digitales, como aplicaciones, así como esquemas que aún dependen de registros en papel.

La certificación, en particular bajo esquemas reconocidos por mercados internacionales, es exigida por los gestores para acreditar el cumplimiento de requisitos de trazabilidad y estándares ambientales. Actualmente, en el país existen actores de la cadena de valor que cuentan con certificación ISCC EU, siendo principalmente recolectores de UCO, los que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Recolectores de UCO en Chile certificados al 24 de marzo de 2026. Fuente: ISCC (2026).

Recolector	Certificación	Alcance certificación	Validez del certificado
	ISCC EU	Punto de recolección, comercializador con almacenamiento.	10/02/2026 – 09/02/2027
	ISCC EU	Punto de recolección.	16/12/2026 – 15/12/2026
	ISCC EU	Punto de recolección, comercializador con almacenamiento.	27/06/2025 – 26/06/2026
	ISCC EU	Punto de recolección.	14/06/2025 – 13/06/2026
	ISCC EU	Punto de recolección, punto de origen, comercializador con almacenamiento, refinería.	09/04/2025 – 08/04/2025

La certificación y los procedimientos asociados no están exentos de brechas y desafíos que pueden ser abordados desde una perspectiva de política pública. De acuerdo con los entrevistados, las auditorías realizadas en el marco de la obtención de la certificación se basan en volúmenes agregados y consideran a un conjunto acotado de actores, principalmente grandes generadores, que son auditados en terreno por una entidad certificadora con capacidad de realizar el proceso en Chile³⁴. Este enfoque limitado deja segmentos de la cadena sin supervisión directa, generando espacios donde pueden producirse inconsistencias o prácticas inadecuadas, como declaraciones incompletas, mezclas no permitidas o desvíos del residuo fuera de la cadena de valor formal.

Como consecuencia de estas brechas, el mercado informal persiste y, a partir de lo anterior, es identificado como uno de los principales problemas estructurales de la cadena de valor. Si bien la certificación y la trazabilidad contribuyen a reducir los riesgos de fraude, no logran eliminarlos por completo, permitiendo la continuidad de prácticas informales en determinados eslabones. Estos riesgos incluyen prácticas como la mezcla de UCO con aceites no permitidos, la declaración incompleta o incorrecta de volúmenes y el desvío del residuo hacia circuitos no autorizados, todos ellos facilitados por la insuficiencia de controles detallados a lo largo de la cadena.

³⁴ Las entidades certificadoras que han otorgado los certificados vigentes en Chile son: SGS Germany GmbH y Certificadora Gallega del Noroeste SL.

La etapa de pretratamiento y procesamiento del UCO es realizada mayoritariamente por las propias empresas recolectoras. Tal como se revisó en el capítulo anterior, el pretratamiento comprende operaciones de filtrado, decantación y separación de fases, orientadas a reducir el contenido de agua, sólidos e impurezas. Este proceso resulta crítico para asegurar la calidad del UCO y su admisibilidad tanto para exportación como para usos energéticos. De acuerdo con la información levantada y las entrevistas realizadas en el marco de este estudio, los principales parámetros que se controlan para que el UCO sea considerado apto para exportación, principalmente para la producción de biodiésel³⁵, resumidos en la Tabla 13, incluyen el nivel de acidez, que debe mantenerse bajo (con valores de referencia reportados en torno a un máximo de 5%); el contenido de humedad, que típicamente debe ser inferior a 2–3%; y el contenido de sólidos e impurezas, los cuales deben ser removidos mediante procesos de filtrado, asegurando además que el UCO no se mezcle con otros residuos. En algunos casos, se controlan adicionalmente parámetros físicos como la densidad y la presencia de contaminantes específicos, dependiendo del mercado de destino.

Tabla 13. Principales parámetros del UCO requeridos para la exportación. Fuente: Entrevistas.

Parámetro	Límite
Acidez	Debe ser baja, el límite operativo es de hasta un 5%.
Humedad	Se requiere que sea menor a 2-3%.
Impurezas controladas	Remoción de materiales sólidos y agua, además de control de que no se mezcle el UCO con otros residuos.

Valores elevados de humedad, sólidos o acidez generan mermas relevantes en el pretratamiento, asociadas principalmente a la remoción de material particulado y agua, las que pueden representar del orden de un 10% del UCO recolectado. En ausencia de un pretratamiento adecuado, estas condiciones afectan negativamente el valor del residuo y limitan su admisibilidad para procesos de mayor valor agregado. Según lo señalado por los actores entrevistados, actualmente una fracción significativa del UCO pretratado que cumple con estos parámetros se destina a la exportación para su valorización en biocombustibles u otros productos, mientras que el aprovechamiento nacional para la producción de combustibles renovables es aún incipiente.

En cuanto a los usos finales en el país, el UCO que permanece en Chile se destina a la producción de biocombustibles, como el biodiésel y diésel renovable, así como a la elaboración de jabones, detergentes y otros productos industriales, entre los que se incluyen biolubricantes, desmoldantes y supresores de polvo. En el subcapítulo 2.2 se profundiza en los actores que participan en estas actividades de transformación, entre los que destacan ENAP, RecicloAceite, Bioprocess Group y Biometil.

³⁵ Actualmente no se dispone de información oficial que permita verificar o desagregar la utilización final del UCO en los distintos mercados de destino, por lo que esta caracterización se basa exclusivamente en la evidencia recogida a través de entrevistas.

2.1.2. Cuantificación

Este subcapítulo presenta la cuantificación de la cadena de valor del UCO en Chile, como parte de su caracterización general. A partir de fuentes de información pública, registros formales y antecedentes obtenidos directamente de actores entrevistados en el marco de este estudio, se estima el potencial de UCO en el país, reconociendo que actualmente no existe una fuente única que consolide los flujos nacionales del residuo a lo largo de toda la cadena.

Debido a esta ausencia de información integrada, la cuantificación se construye mediante un enfoque combinado que integra:

- a. antecedentes secundarios sobre consumo de aceites vegetales,
- b. registros oficiales disponibles, y
- c. evidencia primaria levantada mediante entrevistas.

Este enfoque permite aproximar órdenes de magnitud y la fracción del residuo que puede incorporarse efectivamente a los sistemas de recolección, en base a la transformación del aceite en UCO. No obstante, persisten incertidumbres importantes derivadas de la heterogeneidad de los actores, la informalidad y las brechas en los sistemas actuales de declaración.

(i) Consumo nacional y generación potencial

Para estimar dicho potencial, resulta necesario, en primer lugar, caracterizar el consumo total de aceites vegetales en Chile, que entre los años 2020 y 2024 (ver Ilustración 8) presenta un promedio de aproximadamente 438 kt/año, correspondiente principalmente a aceites de soya, colza, girasol y oliva. En los últimos años se ha registrado un alza sostenida en el consumo, llegando a 464 kt/año en 2024 (IndexMundi, 2026).

A nivel residencial, se adopta una estimación de 31,1 litros por hogar al año (ODECU, 2023), utilizada como referencia debido a la falta de mediciones oficiales específicas, equivalente a alrededor de 170 kt/año³⁶. Este valor se utiliza únicamente como referencia para dimensionar los flujos iniciales de la cadena, reconociendo la incertidumbre asociada a su representatividad y a la heterogeneidad en los patrones de uso doméstico. El consumo restante, del orden de 294 kt/año en 2024, se asigna de manera agregada al canal comercial e industrial, que incluye establecimientos de alimentación fuera del hogar, industria de alimentos y comercio minorista, sin que sea posible una separación cuantitativa robusta entre estos subcomponentes.

³⁶ Consideraciones para la estimación:

(1) Para la conversión de unidades de volumen a unidades de peso se considera una densidad promedio del aceite vegetal de 0,825 g/cm³.

(2) Se considera un total de 6.596.527 hogares en Chile (INE, s.f.).

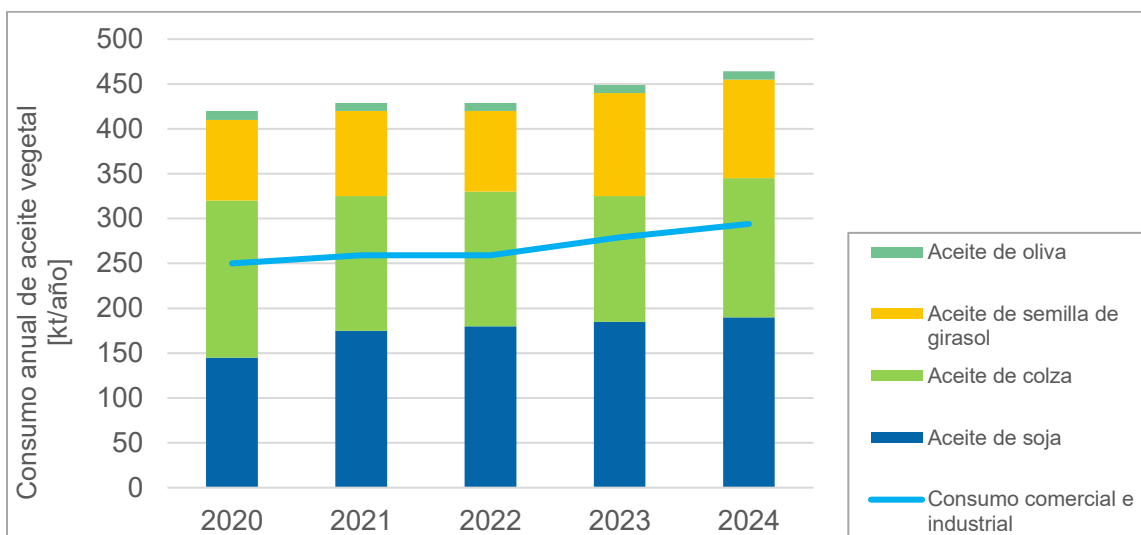


Ilustración 8. Consumo anual de aceite vegetal en Chile por tipo, en miles de toneladas (Fuente: IndexMundi, 2026).

Sin embargo, la fracción de aceite que efectivamente se transforma en UCO varía de manera significativa según el sector. En el segmento residencial, una parte relevante del aceite es consumida junto con los alimentos, lo que se traduce en una baja generación efectiva de UCO. Los registros oficiales de gestión de residuos indican que solo una fracción marginal del aceite consumido en los hogares es recolectada formalmente: en total, se recolectaron 1,38 kt y 1,3 kt de aceites y grasas comestibles en los años 2022 y 2023, respectivamente (RETC, 2026). Con base en entrevistas, se adopta de manera referencial una tasa de generación de UCO cercana al 15% del aceite de cocina consumido a nivel domiciliario, lo que implica un potencial aproximado de UCO de 25 kt/año en este canal. Al comparar este valor con los volúmenes efectivamente recolectados en los últimos años, se observa que solo alrededor de un 5% del potencial de UCO generado en los hogares es actualmente recolectado, lo que evidencia un amplio potencial no aprovechado, aunque de difícil captura debido a restricciones logísticas y de costos.

Según la información recogida en las entrevistas realizadas, se estima que entre el 30% y el 40% del aceite utilizado en establecimientos HORECA e industrias alimentarias se transforma efectivamente en UCO, mientras que el volumen restante se consume con los alimentos. Esto implica un potencial de UCO de entre 88 kt/año y 117 kt/año.

A partir de estas mismas instancias de entrevistas, los recolectores señalan que el UCO de origen comercial e industrial representa la mayor parte del total recolectado. De acuerdo con lo indicado, la recolección domiciliaria podría representar entre un 3% y un 10% del total recolectado por una empresa, dependiendo de sus características operativas, existiendo incluso empresas que se dedican exclusivamente a la recolección industrial.

(ii) Contraste entre potencial, declaración oficial y exportaciones

Por su parte, los registros del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) (2026), en base a lo declarado en SINADER, indican que en 2023 se generaron 5,7 kt de aceites y grasas comestibles, lo que representa entre un 5% y un 6% del potencial de UCO estimado para el sector. Este valor refleja únicamente lo declarado por actores que superan el umbral de 12 toneladas anuales de residuos y que, por tanto, se encuentran

obligados a reportar su generación conforme a lo establecido por el DS N°1/2013 (analizado con mayor detalle en el subcapítulo 2.3), así como por aquellos que, sin alcanzar dicho umbral, declaran de forma voluntaria, dejando fuera a una proporción significativa de establecimientos. Al contrastar esta información con los antecedentes recogidos en las entrevistas, la suma de los volúmenes de UCO reportados por los recolectores superan las 11 kt/año, lo que representa solo una fracción del potencial estimado (entre un 9% y un 12%) y evidencia una subdeclaración estructural. Esta diferencia permite identificar una diferencia entre la información registrada por las entidades oficiales y la información obtenida directamente de los recolectores.

La discrepancia se vuelve más evidente al contrastar exportaciones: LegisComex (plataforma con estadísticas de comercio internacional) reporta exportaciones anuales de UCO que se sitúan en torno a las 70 kt, registrándose en 2023 un aumento puntual que elevó las exportaciones a más de 100 kt. Este volumen es incompatible con las cifras declaradas oficialmente, lo que indica que la generación y recolección reales son sustancialmente mayores a lo registrado en SINADER y en el RETC. Asimismo, es importante considerar que los volúmenes exportados de UCO ya han sido sometidos a procesos de pretratamiento; por tanto, si se asume una merma cercana al 10%, se infiere que el volumen recolectado previo a pretratamiento podría situarse en torno a 77 kt. Este valor no constituye un dato consolidado, sino una estimación obtenida por triangulación entre potencial, exportación y mermas.

(iii) Consideraciones de calidad y destino

En términos de calidad, el UCO presenta una alta heterogeneidad de acuerdo con su origen. Los flujos provenientes de grandes generadores, cuando existe segregación adecuada en origen, tienden a mostrar mejores características para usos energéticos, con menores niveles de humedad y contaminantes. Por el contrario, la mezcla con residuos alimentarios, grasas animales o agua reduce la admisibilidad para coprocesamiento con crudo fósil, incrementa los requerimientos de hidrógeno y afecta la estabilidad operativa de las unidades de refinación. A partir de las entrevistas realizadas, se recoge que la experiencia piloto de coprocesamiento en Chile demuestra que la incorporación de UCO es técnicamente viable en proporciones acotadas, siempre que se cumplan especificaciones estrictas de calidad.

Una parte del UCO recolectado no cumple los parámetros necesarios para usos energéticos de alto valor, como el coprocesamiento o producción de combustibles avanzados, y se destina a usos alternativos, como la fabricación de jabones, detergentes, lubricantes u otras aplicaciones industriales, que permiten su valorización, aunque con menores retornos económicos, sin que exista una estimación de su magnitud.

En síntesis, desde una perspectiva agregada, la información disponible sugiere que el porcentaje de UCO actualmente recolectado respecto del potencial estimado es bajo, del orden del 9%, especialmente fuera de los grandes generadores. No obstante, dentro del volumen formalmente recolectado, una fracción podría ser técnicamente apta para su uso como insumo en diésel renovable y SAF, sujeto a pretratamiento adecuado y a condiciones regulatorias y económicas favorables. Al igual que en el caso anterior, debido a la falta de trazabilidad y control, no se dispone de una estimación específica respecto de la magnitud de dicha fracción.

Los factores logísticos y de trazabilidad constituyen elementos clave en la cuantificación efectiva del UCO aprovechable. La dispersión geográfica de los generadores, los costos logísticos, la necesidad de rutas eficientes y las brechas en fiscalización limitan la captura del residuo. A ello se suman los costos asociados a recolección y procesamiento, que, según la evidencia levantada en el marco del estudio, representan una fracción significativa del costo total de producción de combustibles renovables, siendo la materia prima uno de los componentes más relevantes. Entre los generadores y recolectores existe un intercambio por el UCO, especialmente cuando se trata del canal industrial, supermercados y HORECA. Los costos asociados a la recolección y tratamiento del UCO se analizan en el subcapítulo 3.2.

A esto se suman los costos asociados a la recolección, transporte y procesamiento, los cuales, según la evidencia recopilada en el estudio, representan una parte significativa del costo total de producción de combustibles renovables; la materia prima es uno de los componentes más relevantes. Entre los generadores y recolectores existe un intercambio por el UCO, especialmente en el canal industrial, supermercados y el sector HORECA. Algunos recolectores realizan transacciones monetarias que pueden alcanzar hasta 650 USD por tonelada de UCO, mientras que el promedio oscila entre 215 y 270 USD por tonelada.

En conjunto, la cuantificación realizada, resumida en la Tabla 14, muestra que la cadena de valor del UCO en Chile presenta un volumen potencial significativo aún no aprovechado, con oportunidades claras de crecimiento en la recolección formal y en su valorización energética, condicionadas al fortalecimiento del marco regulatorio, a mejoras en logística y trazabilidad y al desarrollo de demanda local de largo plazo.

Tabla 14. Síntesis de la cuantificación de la cadena de valor del UCO en Chile. (Fuente: elaboración propia para este estudio, HInicio).

	Nivel nacional	Sector residencial	Sector industrial/comercial
Consumo de aceite anual [kt/año]	464	170	294
Transformación promedio a UCO, respecto al aceite consumido [%]	28% ³⁷	15%	35% ³⁸
Potencial de UCO [kt/año]	119	25	104
UCO recolectado formalmente [kt/año]	12,34	1,34	11
Proporción de UCO recolectado respecto al potencial [%]	9%	5%	11%

³⁷ La tasa de transformación de UCO a nivel nacional se estima como una tasa ponderada, calculada a partir de las tasas de transformación correspondientes al sector residencial y al sector industrial/comercial, considerando su respectiva participación relativa.

³⁸ Corresponde al valor promedio simple entre los límites superior e inferior del rango de tasas de transformación identificadas para el sector industrial/comercial.

En síntesis, la caracterización de la cadena de valor del UCO en Chile muestra una estructura heterogénea en las etapas iniciales, con diferencias relevantes en niveles de formalidad, trazabilidad y capacidad de captura entre actores y canales de generación. La recolección formal se concentra principalmente en el sector comercial e industrial, mientras que el segmento domiciliario presenta una baja incorporación a los circuitos formales. Estas características explican la diferencia entre el potencial estimado y los volúmenes actualmente gestionados, condicionando los destinos y usos efectivos del UCO en el país.

2.2. Mercados de destino

Este subcapítulo analiza los principales destinos del UCO generado en Chile, distinguiendo entre el mercado nacional y el mercado internacional, así como las dinámicas, niveles de desarrollo y condicionantes que explican la predominancia de cada uno de ellos. A partir de la caracterización de la cadena de valor y de la información levanta mediante entrevistas a actores públicos y privados, se identifican ambos mercados de destino que presentan dinámicas, niveles de desarrollo y grados de información disponibles distintos, los que se describen a continuación.

2.2.1. Mercado local

A partir de las entrevistas realizadas, se identifican diversos destinos del aceite UCO dentro del mercado nacional. No obstante, la información disponible no permite caracterizar de manera exhaustiva ni cuantificar con precisión el conjunto del mercado local.

Los actores entrevistados reconocen la existencia de usos locales del UCO vinculados a la producción de biocombustibles, en particular biodiésel y diésel renovable, así como a aplicaciones en la industria oleoquímica, tales como la elaboración de jabones, detergentes y otros productos derivados. Adicionalmente, se identifican iniciativas orientadas a la producción de biolubricantes industriales, junto con desarrollos tecnológicos y proyectos piloto de investigación aplicada, especialmente asociados a la producción de SAF. Sin embargo, estos destinos locales son descritos mayoritariamente como iniciativas de carácter demostrativo o de escala acotada, y no como mercados consolidados capaces de absorber, en la actualidad, volúmenes significativos del UCO recolectado a nivel país.

En este contexto, se destaca el caso de ENAP, que en 2025 coprocesó 350 mil litros de UCO (equivalente a aproximadamente 315 t), suministrado por un recolector nacional, para la producción de diésel renovable en su Refinería Aconcagua, ubicada en la región de Valparaíso. Esta experiencia se enmarca en un proceso de carácter experimental y se alinea con los objetivos de la empresa en materia de transición energética y desarrollo de combustibles bajos en carbono, conforme a lo establecido en su Plan Estratégico 2040 (ENAP, s.f.).

Por su parte, Bioprocess Group desarrolla y comercializa biolubricantes, biodesmoldantes y supresores de polvo a partir de UCO recolectado en Chile (Bioprocess Group, s.f.). En esta misma línea, Biometil desarrolla biosoluciones industriales a partir del procesamiento de UCO, destinadas a la industria de la minería, construcción y agricultura. Sus productos incluyen lubricantes, aditivos para la perforación, desmoldantes, detergentes y desinfectantes, entre otros (Biometil, s.f.).

Asimismo, Reciclo Aceite transforma UCO, proveniente principalmente de fuentes domiciliarias, en productos como detergente sólido, jabones medicinales, velas de larga duración y jabón potásico para uso agrícola, además de producir biodiésel destinado

exclusivamente al abastecimiento energético de sus propias operaciones (Reciclo Aceite, s.f.).

En relación con su uso en alimentación animal, el UCO no se encuentra incluido en la nómina de ingredientes autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). De acuerdo con lo establecido en la Resolución Exenta N° 6.612 de 2018 de la Subsecretaría de Agricultura, que fija la lista de ingredientes autorizados para la elaboración de alimentos y suplementos destinados a animales, el UCO no cuenta con autorización para dicho uso. No obstante, de acuerdo con la información recogida en las entrevistas, se identifica que, en el marco del mercado informal, el UCO es desviado de manera ilegal hacia estos usos.

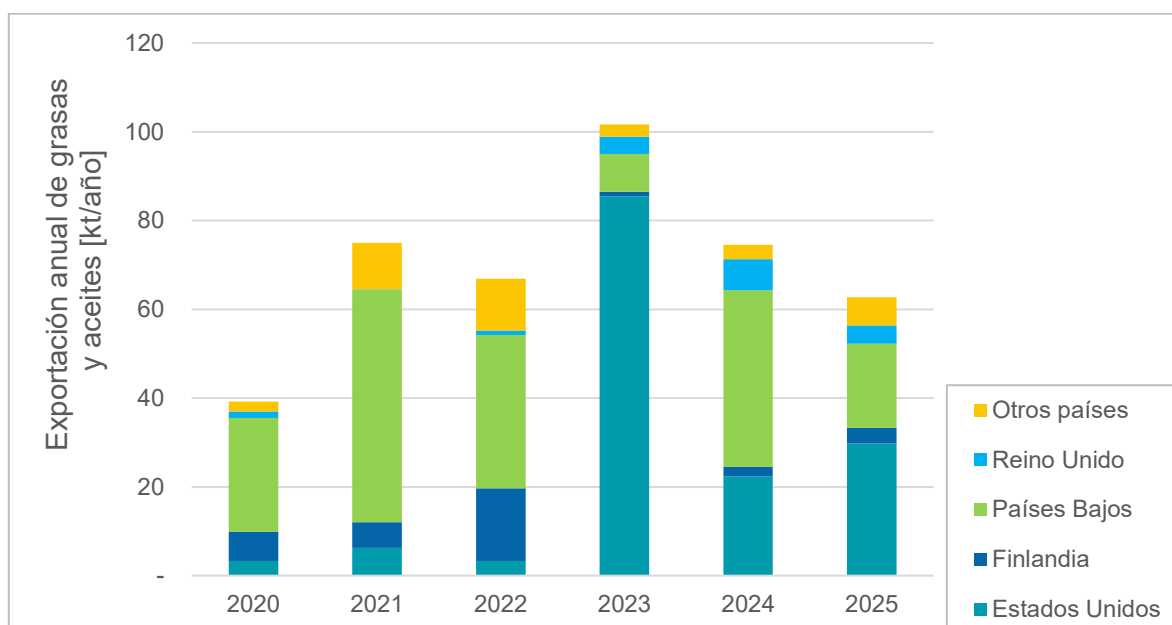
Respecto de los usos futuros del UCO en Chile, las entrevistas dan cuenta de expectativas asociadas a su procesamiento para la producción de SAF, señalándose que actualmente existen estudios y proyectos piloto en desarrollo. No obstante, estos esfuerzos se encuentran aún en etapas tempranas y no configuran, por el momento, un mercado estructurado.

Desde la perspectiva de los actores entrevistados, uno de los principales factores que limita el desarrollo de un mercado nacional más robusto y articulado es la disponibilidad efectiva de UCO y la creciente competencia por su uso, en un contexto en que este residuo ha adquirido valor económico como materia prima a nivel global. A ello se suma la ausencia de instrumentos regulatorios o económicos específicos que prioricen su valorización local, lo que contribuye a que los distintos destinos se desarrollen de forma dispersa y sin una articulación clara desde la política pública.

2.2.2. Mercado internacional

El mercado internacional constituye el principal destino del UCO recolectado formalmente en Chile según la percepción de los actores entrevistados. De manera consistente, se señala que una proporción relevante del UCO generado en el país es exportada, aprovechando la existencia de una demanda consolidada en mercados externos, particularmente asociada a la producción de biocombustibles avanzados.

En la Ilustración 9 se muestra que en los últimos tres años los principales países de destino del UCO chileno son Estados Unidos y Países Bajos, además de diversos países de Europa. Esto coincide con que, de acuerdo con los hallazgos presentados en el capítulo anterior, son los mercados donde existen marcos regulatorios e incentivos que favorecen el uso de residuos como materia prima para la elaboración de biodiésel, HVO y SAF. La cantidad de aceites y grasas exportadas anualmente ronda las 70 kt, sin embargo, en el año 2023 los registros muestran un aumento que llegó a alrededor de las 100 kt/año, con Estados Unidos como importador de más de 80 kt. No obstante, estos registros corresponden a categorías agregadas que incluyen aceites y grasas, por lo que no es posible identificar de manera desagregada la fracción atribuible específicamente al UCO.



Nota: En la categoría "Otros países" se agrupan las exportaciones dirigidas a Alemania, Austria, Bélgica, Eslovaquia, Eslovenia, España, Francia, Portugal y República Checa.

Ilustración 9. Registros de exportaciones de grasas y aceites en Chile, categorizado por países de destino (Fuente: Legis Comex, 2026).

Los entrevistados coinciden en que las condiciones económicas y regulatorias de los mercados internacionales, junto con las economías de escala asociadas a la exportación, explican que este destino predomine por sobre los usos locales. De acuerdo con lo recogido en las entrevistas, los precios del UCO en mercados internacionales históricamente han variado entre los 900 y 950 USD por tonelada y actualmente la tonelada de este residuo se encuentra por sobre los 1.100 USD. En este contexto, el mercado internacional aparece como un canal más estable y estructurado para la valorización del UCO, en contraste con la fragmentación observada en el ámbito nacional.

En síntesis, los mercados de destino del UCO chileno se caracterizan por una orientación a la exportación, impulsada por señales económicas y regulatorias más favorables en el exterior, mientras que el mercado nacional permanece en una fase incipiente y de carácter principalmente demostrativo. Esta configuración limita la valorización local del residuo y refuerza la necesidad de políticas que fortalezcan la demanda interna y la articulación de la cadena.

2.3. Marco normativo y registros de UCO

Este subcapítulo describe el marco normativo aplicable a la gestión del UCO en Chile, así como los principales sistemas de registro y declaración existentes, con el fin de identificar el grado de regulación vigente, las obligaciones para generadores y gestores, y las brechas de información que afectan la trazabilidad del residuo. Actualmente, la recolección y comercialización del UCO en Chile se inserta dentro del marco general de la gestión de residuos, el cual se encuentra regulado principalmente por la normativa sanitaria, ambiental y municipal vigente, como se resume en la Ilustración 10.

DFL N° 725 DE 1968, MINISTERIO DE SALUD (CÓDIGO SANITARIO)	ARTÍCULO 71	El Servicio Nacional de Salud debe aprobar proyectos de obras destinadas a evacuación tratamiento o disposición final de residuos industriales.
	ARTÍCULO 72	El Servicio Nacional de Salud ejerce vigilancia sanitaria sobre plantas de tratamiento de residuos industriales, pudiendo sancionar infracciones e intervenir en casos calificados.
	ARTÍCULO 73	Se prohíbe descargar residuos industriales en cuerpos de agua destinados a consumo humano, riego o recreación sin depuración previa conforme a reglamentos.
DS N° 977 DE 1996, MINISTERIO DE SALUD (REGLAMENTO SANITARIO DE ALIMENTOS)	ARTÍCULO 265	Establece requisitos generales de calidad para los aceites y mantecas utilizados en la producción industrial e institucional de alimentos fritos.
	ARTÍCULO 266	Dispone que los aceites y mantecas no deben utilizarse en fritura cuando superan los límites de calidad definidos por la normativa sanitaria.
	ARTÍCULO 267	Prohíbe el uso de aceites y mantecas provenientes de procesos de fritura, descartados o reprocesados, en otros alimentos de consumo humano.
DS N° 2.385 DE 1996, MINISTERIO DEL INTERIOR (DL N° 3.063 SOBRE RENTAS MUNICIPALES)	ARTÍCULO 6	Define el alcance del servicio municipal de extracción de residuos sólidos domiciliarios.
	ARTÍCULO 8	Cuando los residuos exceden 60 litros diarios promedio o no son residuos domiciliarios, los generadores pueden gestionar su extracción y transporte directamente o mediante terceros, conforme a normativas sanitaria y ambiental.
LEY N° 20.920 DE 2016 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (LEY REP)	ARTÍCULO 4	Todo residuo potencialmente valorizable debe destinarse preferentemente a valorización, evitando su eliminación, facultando al MMA a dictar instrumentos para prevenir su generación y promover su valorización.
	ARTÍCULO 5	Los generadores deben entregar los residuos a gestores autorizados o manejarlos conforme a la normativa, cumpliendo exigencias legales de almacenamiento.
	ARTÍCULO 6	Los gestores deben manejar los residuos de forma ambientalmente racional, aplicar mejores técnicas disponibles, contar con autorizaciones y declarar información en el RETC.
	ARTÍCULO 8	Regula las obligaciones de importadores y exportadores de residuos conforme al Convenio de Basilea; prohíbe la importación de residuos peligrosos para eliminación y exige autorizaciones, RCA y declaración en el RETC.
	ORGANISMO FISCALIZADOR	Superintendencia del Medio Ambiente.
LEY N° 1 DE 2013, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (REGLAMENTO RECTC)	ARTÍCULO 25	Establecimientos que generan más de 12 toneladas anuales de residuos no regulados específicamente deben declarar en el RETC.
	ARTÍCULO 26	Municipalidades deben declarar residuos recolectados cuando corresponda.
	ARTÍCULO 27	Destinatarios que reciban más de 12 toneladas anuales de residuos deben declarar los residuos recepcionados.
	ORGANISMO FISCALIZADOR	Superintendencia del Medio Ambiente.
DS N° 90 DE 2000, MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA	ARTÍCULO 1	Establece normas de emisión para descargas de residuos líquidos, fija límites máximos para aceites y grasas según tipo de cuerpo de agua y define procedimientos de medición, control y fiscalización.
	ORGANISMO FISCALIZADOR	Superintendencia de Servicios Sanitarios, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, y los Servicios de Salud.

Ilustración 10. Resumen de la regulación aplicable a la recolección y comercialización de UCO en Chile
(Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

Desde el punto de vista sanitario, la gestión de residuos en Chile se rige por el **Decreto con Fuerza de Ley (DFL) N° 725** de 1968 del Ministerio de Salud (MINSAL), que aprueba el Código Sanitario. En particular, su artículo 71 establece que corresponde al Servicio Nacional de Salud aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o privada destinada, entre otros fines, a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales, las que deben contar con autorización sanitaria previo a su puesta en marcha.

Complementariamente, en su artículo 72 otorga al Servicio Nacional de Salud la facultad de ejercer vigilancia sanitaria sobre las plantas de tratamiento de residuos industriales, incluyendo la posibilidad de sancionar infracciones y, en casos calificados, intervenir directamente en la explotación de estos servicios. Asimismo, en su artículo 73 prohíbe la descarga de residuos industriales en cuerpos de agua destinados a abastecimiento humano, riego o recreación, sin que previamente se haya efectuado su depuración conforme a lo que establezcan los reglamentos, lo que refuerza el carácter obligatorio de una gestión adecuada del UCO y descarta su eliminación directa en el medio ambiente.

Desde la perspectiva alimentaria, el **Decreto Supremo (DS) N° 977** de 1996 del MINSAL, que aprueba el reglamento sanitario de los alimentos, establece restricciones explícitas al uso de aceites y mantecas utilizados en procesos de fritura. En particular, el Párrafo V del Título X (artículos del 265 a 267) fija condiciones estrictas para su utilización en la producción industrial e institucional de alimentos fritos. A través de sus artículos 265 y 266, fija condiciones y límites de calidad para el uso de aceites y mantecas en fritura, disponiendo que aquellos que excedan dichos umbrales dejan de ser aptos para su utilización en alimentos. Asimismo, su artículo 267 establece que una vez utilizados en fritura, los aceites y mantecas descartados o reprocesados no pueden destinarse a otros alimentos de uso humano, estableciendo una prohibición expresa de su reincorporación a la cadena alimentaria.

Por otra parte, a nivel municipal la gestión de residuos se encuentra regulada por el **DS N° 2.385** de 1996 del Ministerio del Interior, que fija el texto refundido y sistematizado del Decreto Ley N° 3.063 de 1979 sobre rentas municipales. En su artículo 6 define el alcance del servicio municipal de extracción de residuos sólidos domiciliarios³⁹. En este contexto, el UCO generado por actividades comerciales, gastronómicas o industriales no califica como residuo sólido domiciliario, quedando fuera del sistema de recolección municipal.

En relación con lo anterior, el artículo 8 del mismo decreto establece que, cuando la extracción de residuos excede los volúmenes usuales, entendiéndose como tal un volumen de 60 litros de residuos sólidos domiciliarios de promedio diario, o cuando se trata de residuos que no se encuentran comprendidos en la definición del artículo 6, como el UCO, los generadores pueden optar por ejecutar por sí mismos o contratar con terceros los servicios de extracción y transporte, en conformidad con las reglamentaciones sanitarias y ambientales.

Desde la perspectiva ambiental, la **Ley N° 20.920** de 2016 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje (Ley REP), introduce principios y obligaciones generales aplicables a todos los residuos. En su artículo 4, la ley establece que todo *residuo*

³⁹ Se establece que para efectos del DS N° 2.385/1996 del Ministerio del Interior, “se considerarán residuos sólidos domiciliarios a las basuras de carácter doméstico generadas en viviendas y en toda otra fuente cuyos residuos presenten composiciones similares a los de las viviendas”.

potencialmente valorizable deberá ser destinado preferentemente a valorización, evitando su eliminación, facultando al Ministerio del Medio Ambiente para establecer mediante decretos supremos instrumentos orientados a prevenir la generación de residuos y promover su valorización.

Asimismo, el artículo 5 de la Ley REP dispone que todo generador de residuos deberá entregarlos a un gestor autorizado para su tratamiento, salvo que proceda a manejarlos por sí mismo conforme a la normativa vigente, y que el almacenamiento de residuos debe cumplir igualmente con las exigencias legales aplicables. Esta obligación resulta plenamente aplicable a los generadores de UCO, quienes deben asegurar que su recolección y tratamiento se realice por actores autorizados. Por su parte, el artículo 6 establece que los gestores de residuos deben manejar estos de manera ambientalmente racional, aplicando las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales, y contar con las autorizaciones correspondientes, debiendo además declarar información relevante sobre los residuos gestionados a través del RETC.

En esta misma ley, en su artículo 8 establece que, mediante decreto supremo del Ministerio del Medio Ambiente, firmado en conjunto con el Ministerio de Salud, se definirán los requisitos, exigencias y procedimientos para la autorización de importación, exportación y tránsito de residuos. Asimismo, dispone que todo importador y exportador de residuos debe informar, al menos, el tipo de residuo, cantidad, origen y tratamiento aplicado, incluyendo el destino de los residuos generados, cuando corresponda, a través del RETC.

En su artículo 38 se establece que la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) es la encargada de fiscalizar el cumplimiento de las metas de recolección y valorización, con foco en los productos prioritarios.

Cabe señalar que el UCO no se encuentra definido como residuo prioritario en los términos de la Ley REP, por lo que no está sujeto a metas de recolección y valorización ni a sistemas de gestión obligatorios bajo esta ley. Sin perjuicio de ello, su gestión queda plenamente sujeta a las obligaciones generales de generadores y gestores establecidas en el Título II de dicha ley (artículos del 4 al 8), en la medida que el UCO puede ser considerado un residuo valorizable, en la medida en que es susceptible de ser transformado en HVO, SAF y otros productos, aun cuando no cuente con una regulación específica como residuo prioritario bajo la Ley REP.

En este sentido, para que un producto sea declarado como prioritario, debe tratarse de un bien de consumo masivo, generar un volumen considerable de desechos, representar un riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente, ser susceptible de valorización y contar con una regulación comparada de referencia (MMA, s.f.).

En materia de información y trazabilidad, el **DS N° 1** de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, establece obligaciones específicas de declaración. En particular, el artículo 25 dispone que los establecimientos que generen anualmente más de 12 toneladas de residuos no sometidos a reglamentos específicos deberán declarar sus residuos a través del Sistema de Ventanilla Única del RETC. El artículo 26 establece una obligación equivalente para las municipalidades respecto de los residuos recolectados, mientras que su artículo 27 impone a los destinatarios de residuos que reciban más de 12 toneladas anuales la obligación de declarar los residuos recepcionados. La SMA es el órgano encargado de fiscalizar.

A partir de estas disposiciones se ha implementado la plataforma web Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), la cual permite a generadores, destinatarios y gestores dar cumplimiento a las obligaciones de reporte establecidas en el reglamento del RETC. Los datos contenidos en estos registros son de acceso público a través del sitio web del RETC⁴⁰, permitiendo consultar información asociada a la gestión de distintos tipos de residuos.

En este contexto, si bien no existen disposiciones específicas que regulen de manera diferenciada la gestión del UCO, este residuo es efectivamente declarado en el sistema SINADER, donde se encuentra clasificado dentro de la categoría de aceites y grasas comestibles⁴¹. No obstante, debido al umbral de 12 toneladas anuales establecido para la obligación de declarar, se identifica una brecha de información relevante, toda vez que una parte significativa de los generadores y recolectores de UCO puede quedar fuera del sistema de registro formal, limitando la trazabilidad completa del residuo a nivel nacional.

Por último, cabe destacar el DS N° 90 del año 2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece la normativa de emisión para regular los contaminantes presentes en las descargas de residuos líquidos hacia aguas marinas y continentales superficiales. Este reglamento determina las concentraciones máximas permitidas para los contaminantes en los residuos líquidos vertidos por las fuentes emisoras en los cuerpos de agua mencionados. Específicamente, el numeral 3.5 del artículo primero fija para aceites y grasas un límite característico de 60 mg/L y una carga contaminante media diaria de 960 g/día.

Adicionalmente, el numeral 4 del mismo decreto establece límites máximos de descarga para distintos tipos de cuerpos de agua: para aguas fluviales y lacustres, el límite es de 20 mg/L, valor que se repite para aguas marinas dentro de la zona de protección litoral. Si la descarga se realiza fuera de esta zona de protección litoral, el límite aumenta a 150 mg/L.

En cuanto a la fiscalización, el numeral 6 detalla los procedimientos de medición y control a los que deben someterse las fuentes emisoras, incluyendo inspecciones a cargo de organismos públicos fiscalizadores. Según el numeral 7, estas funciones corresponden a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, y los Servicios de Salud. Los procedimientos incluyen la definición de frecuencias de monitoreo, número de muestras requeridas y condiciones específicas para la toma de éstas, todo en función de los volúmenes de descarga.

En conjunto, el análisis normativo muestra que, si bien el UCO se encuentra sujeto a obligaciones generales en materia sanitaria, ambiental y de declaración, no cuenta con un marco específico ni con metas de gestión obligatorias, lo que se traduce en brechas relevantes de información, trazabilidad y fiscalización. Estas limitaciones explican, en parte, la subdeclaración observada y constituyen un elemento clave a considerar en el diseño de futuras políticas públicas.

⁴⁰ Registros SINADER disponibles en: <https://datosretc.mma.gob.cl/group/residuos>.

⁴¹ Según la Lista Europea de Residuos (LER) su código es: 20 01 25.



3.

IMPACTOS Y EXTERNALIDADES ASOCIADAS A LA GESTIÓN DEL UCO

3. Impactos y externalidades asociadas a la gestión del UCO

La recolección y el tratamiento adecuado del UCO generan efectos relevantes en dimensiones ambientales, sociales y económicas. En contextos donde este residuo no es gestionado de manera sistemática, se pueden producir externalidades negativas, asociadas principalmente a la presión sobre infraestructuras sanitarias, degradación de sistemas ambientales y pérdida de oportunidades de valorización de un recurso secundario con creciente demanda.

En este capítulo se analizan los impactos y externalidades asociados tanto a la gestión inadecuada del UCO, particularmente aquellos derivados de su disposición informal, como a los efectos de su incorporación en flujos formales de recolección, tratamiento y uso final. El análisis integra antecedentes técnicos, regulatorios y evidencia levantada mediante entrevistas, con el fin de ofrecer una visión integral del rol que cumple la gestión del UCO en la mitigación de externalidades y en el fortalecimiento de cadenas de valor más eficientes y sostenibles.

El objetivo de este capítulo es aportar una base analítica que permita comprender, de manera integrada, cómo la gestión del UCO incide en el funcionamiento de los sistemas sanitarios y ambientales, en la eficiencia económica de la cadena de valor y en la reducción de riesgos asociados a prácticas informales. Esta aproximación permite contextualizar los desafíos y oportunidades vinculados a la recolección y tratamiento del UCO en Chile, y sirve como insumo para el análisis posterior de brechas y recomendaciones.

3.1. Impactos sociales, económicos y ambientales

La gestión inadecuada del UCO genera impactos sociales, económicos y ambientales que se manifiestan tanto sobre sistemas colectivos como sobre el funcionamiento de la cadena de valor asociada a este residuo. Estos impactos se producen principalmente cuando el UCO no es recolectado de manera sistemática y se dispone a través de vías no controladas, tales como el vertimiento en redes de alcantarillado, la descarga en cuerpos de agua o su desvío hacia circuitos informales.

Con el fin de estructurar el análisis, **los impactos se examinan en dos niveles complementarios: un nivel sistémico**, asociado a los efectos del UCO no recolectado sobre infraestructuras sanitarias, sistemas ambientales y servicios públicos, y **un nivel de cadena de valor**, vinculado a las distorsiones que genera la no recolección o el desvío informal del residuo sobre la disponibilidad, trazabilidad y valorización del UCO como materia prima secundaria.

3.1.1. Impactos a nivel sistémico

El UCO no recolectado genera impactos a escala sistémica cuando se dispone de forma inadecuada, particularmente cuando es vertido en lavaplatos y llega directamente al alcantarillado o cuando se desecha en cuerpos de agua, lo que afecta la infraestructura pública, los servicios sanitarios y el entorno urbano, además de la flora, la fauna y la salud humana.

La evidencia internacional sobre aceites y grasas de origen alimentario (FOG, por sus siglas en inglés) en las redes de alcantarillado indica que estos residuos se solidifican, y frecuentemente se mezclan con otros tipos de residuos sólidos, tales como toallas húmedas, lo que reduce la capacidad de conducción y obstruyen el flujo en sistemas de

recolección (EPA, 2007). Este fenómeno afecta también las instalaciones de tratamiento de aguas residuales (FOGwise, 2023), y puede implicar incurrir en un costo estimado de EUR 0,46 (USD 0,53⁴²) por litro de UCO dispuesto de manera adecuada (Observatorio Ambiental, 2019). La EPA (2007) reporta que los FOG son la causa más común de bloqueos en alcantarillas en EE.UU., generando alrededor del 47% de los bloqueos.

Las obstrucciones del alcantarillado generan una serie de impactos operacionales, económicos y sanitarios. En primer lugar, las empresas sanitarias deben realizar labores de destape y limpieza de cañerías para evitar colapsos de la red, lo que implica un impacto económico relevante que, a modo de referencia, en el Reino Unido tiene un costo anual de aproximadamente 200 millones de libras esterlinas (GBP, por sus siglas en inglés), equivalentes a USD 2,56 millones⁴³, asociados con más de 30 mil bloqueos de alcantarillado y más de 3.000 inundaciones de hogares (Water UK, s.f.). En segundo lugar, estas obstrucciones pueden derivar en inundaciones y exposición de la población a aguas servidas, lo que por una parte puede generar daños en la salud, y por otra, limitar el acceso a agua potable, además de contaminar cursos de agua (EPA, 2007).

En el Reino Unido, se han reportado múltiples incidentes asociados a la formación de *fatbergs*⁴⁴ en las redes de alcantarillado. Uno de los casos más emblemáticos corresponde al denominado “Royal Flush” *fatberg*, identificado en septiembre de 2017 en el distrito de Whitechapel, Londres. Este evento fue reconocido por Guinness World Records como el *fatberg* más grande registrado a nivel mundial (Gross, 2025).

El bloqueo, localizado en una tubería del sistema de alcantarillado y detectado por Thames Water, alcanzó una longitud aproximada de 250 metros y un peso estimado superior a 130 toneladas, obstruyendo completamente el flujo de aguas residuales. Su remoción se realizó en varias semanas y tuvo un costo aproximado de GBP 220.000, equivalente a cerca de USD 295.000, lo que evidencia los impactos operacionales y económicos asociados a la acumulación de grasas, aceites y residuos sólidos en la infraestructura sanitaria (Gross, 2025).

Además del evento de 2017, en diciembre de 2025 Thames Water reportó la aparición de un nuevo *fatberg* en Whitechapel, con una longitud estimada cercana a 100 metros y un peso aproximado de 100 toneladas, vinculado a un incremento estacional en la descarga de FOG durante el periodo navideño (Thames Water, 2025).

En paralelo, la EPA (2026) señala que los derrames de aceites vegetales y grasas pueden causar efectos físicos y ambientales similares a los aceites del petróleo, incluyendo recubrimiento de fauna y flora, disminución de los niveles de oxígeno, generación de olores, obstrucción de plantas de tratamiento de agua y el potencial riesgo de incendios si entran en contacto con alguna fuente de ignición.

Adicionalmente, cuando el UCO alcanza cuerpos de agua, incrementa la demanda química de oxígeno en ecosistemas acuáticos, lo que puede derivar en déficit de oxígeno y en un aumento en la mortalidad de organismos, afectando la biodiversidad. De acuerdo con

⁴² Para la conversión de EUR a USD, se utilizó el tipo de cambio publicado por el Banco Central de Chile correspondiente al 25 de marzo de 2026, equivalente a 0,8643 EUR por USD.

⁴³ Para la conversión de GBP a USD, se utilizó el tipo de cambio publicado por el Banco Central de Chile correspondiente al 25 de marzo de 2026, equivalente a 0,7481 GBP por USD.

⁴⁴ Un *fatberg* es una masa sólida de grasas, aceites y residuos acumulados en sistemas de alcantarillado, que puede generar obstrucciones severas (Miriam Webster, s.f.).

Ladera Sur (2019), un litro de UCO puede llegar a contaminar 1.000 litros de agua. Asimismo, cuando el UCO alcanza el ambiente, introduce contaminantes de naturaleza orgánica y potencialmente tóxica, deteriorando la calidad de los ecosistemas y favoreciendo condiciones asociadas a riesgos sanitarios y enfermedades, al tener una carga de aproximadamente 5.000 veces más que el agua residual urbana común (Observatorio Ambiental, 2019). En el caso de los suelos, la presencia de UCO altera las comunidades microbianas, comprometiendo su fertilidad y salud. Estos procesos pueden generar estrés fisiológico en la vegetación, afectar el crecimiento de cultivos y facilitar la bioacumulación de compuestos peligrosos en las cadenas tróficas, con efectos negativos sobre la productividad agrícola, la fauna silvestre y el equilibrio ecológico a escala territorial (Kumar, y otros, 2025).

Por otra parte, la reutilización del UCO en la preparación de alimentos tiene impactos negativos relevantes sobre la salud humana, asociados a los procesos de degradación y oxidación que ocurren durante su calentamiento. Estos procesos generan compuestos tóxicos, como hidrocarburos aromáticos policíclicos, aldehídos y otros subproductos, que han sido identificados como mutagénicos, genotóxicos y carcinogénicos. La evidencia revisada indica que la exposición a estos compuestos se asocia a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, distintos tipos de cáncer, trastornos gastrointestinales y efectos neurológicos, debido al daño celular inducido por estrés oxidativo, inflamación y alteraciones metabólicas (Kumar, y otros, 2025).

3.1.2. Impactos a nivel de cadena de valor del UCO

La cadena de valor del UCO se ve impactada cuando este residuo no es recolectado o se desvía de los flujos formales hacia circuitos informales, lo que constituye un desequilibrio en su funcionamiento. Este tipo de desvíos tiene impactos directos sobre la disponibilidad, trazabilidad y valorización del UCO como materia prima para la producción de biocombustibles y otros productos, comprometiendo la viabilidad de los encadenamientos productivos asociados a su aprovechamiento.

En primer lugar, la no recolección y la desviación hacia canales informales reducen la disponibilidad efectiva de UCO para usos productivos, en un contexto en que la demanda por este residuo ha aumentado de forma significativa, impulsada por políticas de descarbonización y de economía circular, además de su utilización como insumo para la producción de biocombustibles avanzados, como biodiésel, HVO y SAF (Grinsven, y otros, 2020). Dado que el potencial de recolección de UCO es limitado en varios mercados, la demanda proyectada supera la oferta disponible, por lo que la pérdida de volúmenes hacia canales informales profundiza la brecha estructural entre oferta y demanda (Nederlandse Biodiesel uit Afval Alliantie, s.f.). Esta brecha se ve acentuada por la baja intensidad de carbono atribuida al UCO, que incrementa su atractivo regulatorio y de mercado (IEA, 2022), tensionando aún más la disponibilidad del residuo y dificultando el escalamiento de la cadena de valor y la producción de biocombustibles avanzados a partir de este insumo.

En segundo lugar, la irregularidad en el suministro asociada a estos desvíos afecta la continuidad y viabilidad económica de la cadena de valor, dificultando la planificación, la firma de contratos de suministro de largo plazo y la toma de decisiones de inversión en infraestructura de recolección, pretratamiento y procesamiento. En este contexto, la disponibilidad de UCO se convierte en un factor crítico y potencialmente limitante para el desarrollo de proyectos de valorización, aumentando la exposición de la cadena a riesgos de abastecimiento y aumento en los precios (Grinsven, y otros, 2020; IEA, 2022).

Asimismo, los desvíos hacia el mercado informal generan distorsiones en el funcionamiento del mercado formal, al desplazar volúmenes del circuito regulado y dar lugar a prácticas de competencia desleal. La literatura identifica que los incentivos económicos asociados al alto valor del UCO, en algunos casos mayor que el de los aceites vírgenes, han incrementado los riesgos de informalidad, fraude y la mezcla del residuo con aceites vírgenes, lo que afecta la integridad de la cadena de valor y debilita las señales de mercado para los actores que operan bajo esquemas formales y regulados (TIC Council, 2025).

Un impacto particularmente relevante es la pérdida de trazabilidad y control del residuo. La desviación del UCO fuera de los flujos formales dificulta la verificación de su origen y destino, comprometiendo su elegibilidad en mercados que exigen estándares de sostenibilidad y certificación. Esta situación no solo incrementa los riesgos regulatorios para los actores de la cadena, sino que también compromete la credibilidad ambiental de los productos finales elaborados a partir de UCO, afectando el acceso a mercados y el cumplimiento de objetivos de reducción de emisiones (TIC Council, 2025). Además, la falta de trazabilidad del UCO y los riesgos de fraude pueden generar efectos de desplazamiento, incentivando la mezcla con aceites vírgenes y un aumento indirecto de su producción, con impactos ambientales adversos como el cambio indirecto en el uso del suelo (Grinsven, y otros, 2020).

Finalmente, desde una perspectiva de economía circular, la desviación del UCO hacia circuitos informales implica una pérdida de beneficios económicos y ambientales, al impedir su valorización como residuo recuperable y limitar su contribución a la sustitución de materias primas vírgenes o de origen fósil (Kumar, y otros, 2025). De este modo, un residuo con potencial de generar valor y beneficios ambientales se transforma en un factor de riesgo para el funcionamiento de la cadena, reforzando la necesidad de mecanismos que aseguren su recolección, trazabilidad y uso final controlado.

3.2. Costos de recolección y tratamiento

El costo de recolección del UCO corresponde al conjunto de operaciones para retirar el residuo desde el sitio de generación, consolidarlo y trasladarlo hasta un punto de acopio, pretratamiento o entrega a un tercero. Este costo no depende principalmente del valor intrínseco del residuo, sino de la capacidad de estructurar una red logística eficiente, que combine densidad de oferta, frecuencia de retiro, calidad del material y niveles suficientes de trazabilidad para su valorización posterior.

La evidencia internacional y las entrevistas coinciden en que la recolección de UCO es, esencialmente, un problema de red. Los costos están dominados por variables como el número de puntos de recolección, volumen por parada, distancia entre generadores, frecuencia de retiro y capacidad de consolidación. La reducción del costo unitario no proviene necesariamente de captar más puntos de recolección, sino aumentar el volumen útil por ruta y minimizar recorridos improductivos. Un caso de referencia en Latinoamérica muestra que, al densificar los puntos de suministro, el costo de recolección se redujo del orden de 28%, aun cuando el costo total aumentó debido al mayor volumen efectivamente manejado (Benavides, y otros, 2018).

En la práctica, según los actores entrevistados, las empresas recolectoras estructuran su operación en torno a calendarios zonales, frecuencias de retiro definidas por tipo de cliente y almacenamiento temporal hasta consolidar cargas con escala comercial. Esto sugiere que el costo unitario de la recolección está determinado, más que por el volumen anual

agregado, por la capacidad de organizar los retiros en el tiempo y el territorio; en este sentido, la unidad operativa relevante no es el litro aislado, sino el volumen consolidado por ruta.

Las diferencias de costo entre las fuentes de origen del UCO son estructurales. La recolección a nivel comercial e industrial presenta mejores condiciones económicas que la domiciliaria, principalmente porque concentra mayores volúmenes por punto, facilita la programación de rutas y reduce el costo por parada. En estudios comparados, el potencial de recolección de UCO en el sector HORECA e industria alimentaria es superior a la de los hogares, donde la recuperación depende de infraestructura de agregación previa (ICCT, 2022; Loizides, y otros, 2019). Mediante las entrevistas, los recolectores confirman que la mayor parte del volumen recolectado proviene del segmento comercial e industrial, mientras que la fracción domiciliaria capturada suele situarse en rangos bajos del potencial estimado, y que su escalamiento requiere la instalación de puntos limpios u otros sistemas de recepción comunitarios.

La calidad del residuo recolectado es otra variable determinante del costo. La valorización del UCO, como se menciona en el capítulo 2, depende del cumplimiento de parámetros exigidos por los mercados internacionales, incluyendo humedad, sólidos, acidez y la heterogeneidad de la materia prima constituye uno de los principales desafíos de la cadena a nivel internacional (Kumar, y otros, 2025). Los actores entrevistados señalan además que estas variables inciden directamente tanto en el valor comercial del lote como en los requerimientos y costos de pretratamiento.

La trazabilidad y la digitalización se han incorporado como parte del costo operativo. En mercados internacionales, especialmente en Europa, los riesgos de fraude y con aceites no elegibles han elevado la exigencia de sistemas de control más robustos (T&E, 2024; ISCC, 2024). Las entrevistas muestran que, en la operación formal, el registro del origen, volumen, ruta y retiro es ya una práctica estándar, aunque persisten segmentos con baja digitalización, lo que limita el control y la construcción de balances de masa confiables.

La geografía y la estacionalidad también influyen en los costos de recolección. Esta es más eficiente en áreas urbanas densas y se encarece en territorios extensos o con puntos dispersos, una barrera ampliamente documentada en la literatura (Global Data, 2023; ICCT, 2022). En el caso de Chile, la geografía longitudinal del país y la estacionalidad turística alteran los volúmenes y frecuencias de retiro, afectando el costo medio de la operación a lo largo del año. De acuerdo con las entrevistas, los costos logísticos asociados a la recolección oscilan entre 200 y 250 USD/t.

Las señales de costo disponibles confirman que la economía del UCO está dominada por la logística y el acondicionamiento más que por la captura en origen. En Europa, el costo de la cadena de suministro, excluyendo transporte internacional y aranceles, se estima en torno a 185 EUR/t para UCO europeo y 130 EUR/t para UCO asiático, equivalentes a aproximadamente 214 USD/t y 150 USD/t, respectivamente. Como se muestra en la Ilustración 11, en las cadenas internacionales la recolección y el pretratamiento tienen un mayor peso relativo, mientras que el transporte y el almacenamiento dominan el costo total (Stratas Advisors, 2024).

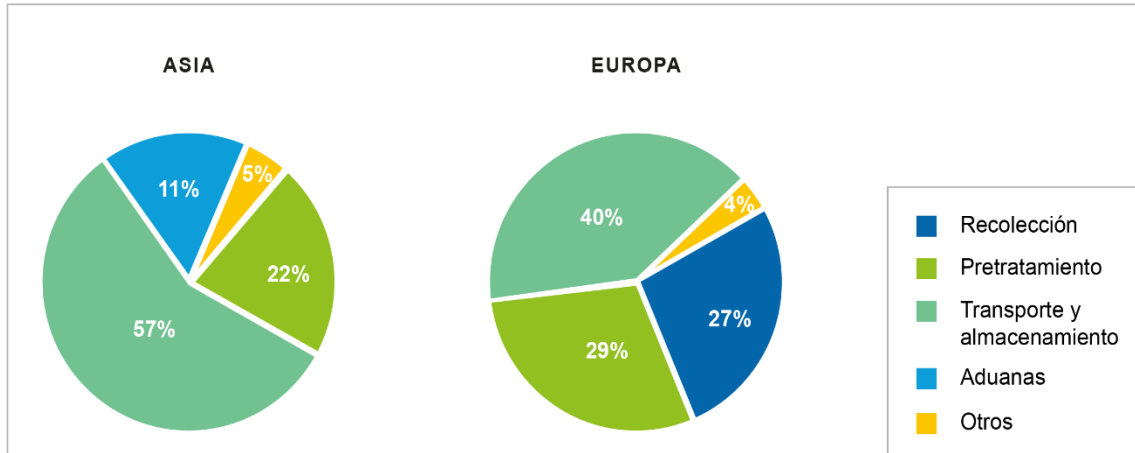


Ilustración 11. Distribución de costos de la recolección de UCO en Asia y Europa. (Stratas Advisors, 2024).

En Chile, la estructura de costos se ve adicionalmente distorsionada por la informalidad y por la creciente valorización del residuo en origen. En segmentos comerciales, una parte de los generadores cobra por el retiro del UCO, transformando la recolección en una combinación de costo logístico y costo de adquisición del residuo, que en promedio oscila entre los 215 y 270 USD/t, llegando en algunos casos a 650 USD/t. A diferencia de Europa, donde los pagos o incentivos al generador operan dentro de cadenas formales y trazables, esta señal de precio en Chile se da en un mercado con controles más débiles, lo que profundiza las distorsiones competitivas y encarece la captación formal del residuo.

3.3. Destinos del UCO no gestionado

Basado en información obtenida a través de entrevistas con empresas del sector sanitario, actores relacionados con la operación y el mantenimiento de redes de alcantarillado, así como un especialista en gestión de rellenos sanitarios, este capítulo expone los hallazgos más relevantes respecto al UCO que no es recolectado mediante el circuito formal en Chile. Se identifican, en particular, las principales rutas de eliminación de este residuo, así como los puntos críticos del sistema donde se pierde su trazabilidad como flujo específico.

En el caso del UCO generado a nivel domiciliario, la evidencia levantada indica que, ante la ausencia de sistemas de recolección obligatorios o de alternativas ampliamente disponibles para su gestión adecuada, el residuo suele eliminarse principalmente mediante el vertido directo a la red de alcantarillado (a través del lavaplatos, lavavajillas o durante el lavado de utensilios de cocina) y, en menor medida, junto con los residuos sólidos domiciliarios. Si bien existe una cuantificación del volumen de UCO que ingresa por estas vías, las empresas sanitarias indican que sí representa un problema. Esta falta de información impide una caracterización precisa del problema y dificulta la identificación de responsabilidades específicas una vez que el residuo se integra al sistema sanitario o a la gestión de residuos sólidos municipales.

Una vez que el UCO ingresa a la red de alcantarillado, se mezcla con otros efluentes, perdiendo completamente su identidad como flujo específico. En las plantas de tratamiento de aguas servidas, los aceites, tanto domésticos como industriales, no generan impactos directos de manera aislada, pero sí crean condiciones que favorecen el desarrollo de

bacterias filamentosas. Esto puede derivar en problemas operacionales, como la formación de espumas y el abultamiento del lodo en sistemas de tratamiento biológico. No obstante, los eventos más críticos asociados a aceites y grasas suelen estar vinculados a descargas industriales relevantes, mientras que el aporte doméstico no se encuentra cuantificado. Estos efectos se gestionan mediante ajustes operacionales en las plantas de tratamiento, tales como la extracción física de espumas, la aplicación puntual de antiespumantes y el control químico del *bulking* filamentoso⁴⁵, sin que ello implique una separación o tratamiento específico del UCO como flujo diferenciado.

Desde la perspectiva de la operación y mantención de las redes de alcantarillado, se identifica que la presencia de grasas y aceites contribuye a fenómenos de taponamiento, particularmente en zonas con alta concentración de actividades gastronómicas. Sin embargo, en terreno estos residuos se presentan mezclados con arenas, residuos sólidos y materia orgánica, lo que impide diferenciar con claridad el UCO de otros tipos de residuos grasos.

En este contexto, el caso de Aguas Andinas (2025) ilustra la magnitud y complejidad del problema: en un año típico, la empresa retira aproximadamente 4 kt de residuos desde las redes de alcantarillado, los cuales incluyen, entre otros, trapos, ladrillos, tarros con cemento, neumáticos e incluso colchones. Esta mezcla heterogénea de materiales, junto con aceites y grasas, es la que finalmente da lugar a obstrucciones de los ductos, que requieren intervenciones de emergencia y la renovación de tramos de la red, sin que sea posible atribuir el problema a una corriente específica de aceite.

Adicionalmente, las entrevistas dan cuenta de la existencia de conexiones irregulares en la red de alcantarillado, particularmente asociadas a actividades comerciales, lo que dificulta la trazabilidad del origen de las descargas y limita la capacidad de fiscalización efectiva por parte de las empresas sanitarias y las autoridades competentes.

En cuanto al destino del UCO y de las grasas una vez retiradas del sistema sanitario, los residuos extraídos durante labores de desobstrucción o limpieza de la red son gestionados como residuos industriales y dispuestos en rellenos sanitarios o vertederos autorizados. En estos casos, el aceite no se maneja como un residuo diferenciado, sino que forma parte de una fracción compuesta cuya disposición se realiza conforme a la normativa aplicable a residuos industriales.

Por su parte, los rellenos sanitarios constituyen un destino final poco frecuente del UCO y, cuando este se detecta, ocurre de manera puntual y en concentraciones bajas, generalmente mezclado con otros residuos domiciliarios. En la práctica, el UCO no llega como un flujo identificable, sino incorporado en la matriz de residuos sólidos o en los lixiviados generados durante la compactación y degradación de la basura.

Desde el punto de vista operativo, una vez en el relleno sanitario, los aceites se mezclan con los lixiviados y pasan a formar parte de los líquidos admisibles que deben ser tratados. Si bien las plantas de tratamiento asociadas a rellenos sanitarios están diseñadas para manejar cargas orgánicas variables, la presencia de aceites y grasas puede aumentar la carga orgánica y alterar condiciones clave del proceso, como el pH y la estabilidad de la

⁴⁵ Bulking (también llamado abultamiento del lodo o bulking filamentoso) es una inestabilidad del proceso de lodos activados en PTAS caracterizada por deficiente sedimentación en el decantador secundario, frecuentemente asociada a proliferación de microorganismos filamentosos, lo que puede deteriorar la calidad del efluente (Trillo Montsoriu y García del Campo, s. f.).

biomasa utilizada en el tratamiento biológico. En casos extremos, concentraciones elevadas de aceites podrían requerir ajustes operacionales, como el uso de productos químicos adicionales o el refuerzo de la capacidad de tratamiento; sin embargo, este tipo de situaciones es poco frecuente y no representa actualmente un problema estructural en la operación del relleno.

Asimismo, el principal desafío asociado al UCO en rellenos sanitarios no es un impacto específico atribuible exclusivamente a este residuo, sino la dificultad de distinguirlo de otros aceites, incluidos aceites industriales, dentro de una mezcla compleja de residuos. Esta falta de diferenciación impide cualquier trazabilidad efectiva del UCO una vez que ingresa al relleno y refuerza la conclusión de que el aceite de cocina no recolectado pierde completamente su identidad como flujo específico al incorporarse a los sistemas generales de gestión de residuos sólidos y líquidos.

En este contexto, las empresas sanitarias han implementado campañas de sensibilización orientadas a prevenir la disposición de residuos en el alcantarillado, destacando iniciativas como “Cuidemos el alcantarillado”⁴⁶ de Suralis y “Cuidar la alcantarilla suena bien”⁴⁷ de Aguas Andinas, las cuales buscan reducir el vertimiento de grasas, aceites y residuos sólidos a la red, mitigando así los impactos operacionales y ambientales asociados.

En conjunto, la evidencia levantada muestra que el UCO no recolectado pierde tempranamente su identidad como flujo específico, integrándose a sistemas sanitarios y de residuos donde no es posible su trazabilidad ni su valorización diferenciada. Esta situación no solo genera impactos operacionales y ambientales, sino que limita la posibilidad de recuperar el residuo como insumo energético.

3.4. Cuantificación de impactos en Chile

La cuantificación de impactos del UCO no gestionado en Chile presenta limitaciones estructurales, asociadas a la naturaleza difusa de su generación y disposición. En el contexto de lo mencionado en el subcapítulo anterior, los impactos económicos, ambientales y sociales se manifiestan principalmente como costos inducidos y externalidades que presionan infraestructuras existentes. Este subcapítulo desarrolla una aproximación basada en mecanismos de impacto, limitaciones de cuantificación y estimaciones de orden de magnitud sustentadas en evidencia operacional y referencias comparadas.

3.4.1. Dificultades para cuantificar los impactos

La cuantificación enfrenta tres dificultades principales. Primero, el UCO no se registra como un flujo independiente. En el sistema sanitario, lo observable es una carga agregada de FOG proveniente de múltiples fuentes, lo que impide atribuir de manera directa una fracción de costos exclusivamente al UCO domiciliario. En plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), además, los costos relevantes se agrupan en partidas operacionales (energía, químicos, manejo de lodos y servicios externos), sin desagregación causal por fuente.

⁴⁶ Para mayor información dirigirse a: <https://www.suralis.cl/emergencia-osorno/campana-cuidemos-el-alcantarillado>

⁴⁷ Para mayor información dirigirse a: https://www.aguasandinas.cl/web/aguasandinas/noticias/-/asset_publisher/mv8Gi69FCubE/content/aguas-andinas-junto-al-mop-y-el-municipio-de-quinta-normal-lanzan-la-campa%25C3%25B1a-cuidar-la-alcantarilla-suena-bien-

Segundo, la relación entre carga de FOG y costo no es lineal. Una parte significativa de los costos se activa por eventos discretos, como bloqueos, rebases o episodios de espumas y *bulking*, cuya ocurrencia depende de umbrales operacionales y condiciones locales. Esto limita la robustez de expresiones como “costo por tonelada de UCO”, ya que acumulaciones localizadas pueden detonar costos significativos, mientras variaciones pequeñas pueden no generar efectos observables.

Tercero, la falta de trazabilidad del UCO en los destinos finales limita la construcción de balances de masa. En el sistema sanitario, el UCO se mezcla y dispersa en el flujo de aguas servidas; en rellenos sanitarios, se mezcla con la fracción orgánica total, sin segregación. En ambos casos, la atribución económica directa a una fracción específica de UCO no es posible con información pública.

3.4.2. Evidencia operacional de sobrecostos en PTAS asociables a grasas y aceites

En plantas de tratamiento, los impactos económicos se evidencian en la generación de sobrecostos asociados a la inestabilidad del proceso cuando existe una elevada presencia de grasas y aceites. La información recabada mediante entrevistas a operadores sanitarios identifica mecanismos específicos que inciden en los costos operativos. Particularmente, se reporta la utilización de surfactantes para el control de espumas como insumo no convencional en la operación estándar, el empleo de hipoclorito de sodio para mitigar episodios de *bulking* filamentoso como generador de gastos adicionales, y la necesidad de realizar extracción física de espumas a través de camiones especializados (bactor o limpia fosa) ante situaciones de descontrol operativo.

Estos antecedentes permiten sostener que existen sobrecostos operacionales vinculados a la carga de grasas y aceites del afluente y que la disposición de aceites domésticos en fase líquida constituye una vía plausible de contribución a esa carga. A modo de referencia y tal como se expone en el subcapítulo 3.1, el tratamiento de aceites y grasas en el sistema sanitario puede implicar un costo del orden de USD 0,53 por litro de UCO.

La cuantificación monetaria exacta de estos costos en Chile requeriría acceso a consumos de insumos, frecuencia de eventos y órdenes de servicio, los cuales no se encuentran sistematizados públicamente.

3.4.3. Aproximación cuantitativa mediante costos unitarios por evento y referencias comparadas

Dada la imposibilidad de atribución directa por unidad de UCO, la cuantificación se aproxima mediante órdenes de magnitud basados en costos unitarios por evento reportados en referencias comparadas.

En este sentido, una referencia relevante para el contexto chileno es la estimación publicada por Diario Financiero (2013), la cual señala que el costo social asociado a arrojar un litro de UCO al alcantarillado asciende a aproximadamente USD 3 (valores de 2013), considerando costos de operación sanitaria, contaminación y efectos ambientales. En la misma publicación, se estima que el mal manejo de alrededor de 40 millones de litros de UCO al año podría generar pérdidas del orden de USD 130 millones anuales (valores de 2013) por costos de contaminación evitables. Debido a la falta de trazabilidad a lo largo de

la cadena de valor del UCO y como fue descrito en el subcapítulo 3.3, no es posible estimar la cantidad de este residuo que actualmente termina en los alcantarillados.

Por otra parte, y a modo ilustrativo, la Ciudad de Columbus reporta que una respuesta municipal básica a un bloqueo asociado a grasas, aceites y lubricantes tiene un costo mínimo del orden de USD 2.000 por incidente, y que los costos pueden aumentar cuando el esfuerzo requerido supera un umbral de horas, tratándose de una referencia internacional que no debe interpretarse como estimación chilena (City of Columbus, 2026).

De forma complementaria, Water UK señala que los bloqueos de alcantarillado asociados a grasas, aceites y otros residuos pueden representar costos anuales significativos y afectar a hogares, lo que nuevamente ilustra órdenes de magnitud potenciales en sistemas urbanos, sin constituir una cuantificación para Chile (Water UK, 2023).

En términos de marco de control y prevención, la EPA describe el rol de grasas, aceites y lubricantes en obstrucciones y en eventos de sobreflujo, además de su relación con interferencias en sistemas de tratamiento, aportando evidencia internacional de mecanismo y de causalidad operativa, no de costos chilenos (EPA, 2007).

Este enfoque permite dimensionar costos evitados por reducción de eventos e intervenciones, sin convertirlos en un costo marginal específico por unidad de UCO en la actualidad.

3.4.4. Rellenos sanitarios, impactos ambientales y dificultad de cuantificación económica

En relación con los impactos económicos del UCO en rellenos sanitarios, estos son considerablemente más difíciles de cuantificar. En rellenos sanitarios el UCO se dispone mezclado con otros residuos domiciliarios, sin trazabilidad específica. En este contexto, los impactos económicos se expresan de forma indirecta, a través de su posible contribución a mayores cargas orgánicas, mayor complejidad del lixiviado y mayores exigencias sobre sistemas de control de gases, sin permitir una atribución directa del costo a una fracción específica de UCO.

En el ámbito ambiental, la literatura sobre lixiviados destaca su complejidad y variabilidad, así como su potencial de afectar suelos, aguas subterráneas y cuerpos de agua si no se gestiona adecuadamente, lo que refuerza la relevancia ambiental de la disposición final de residuos orgánicos. Asimismo, se reconoce que los rellenos sanitarios generan gases de efecto invernadero, particularmente metano asociado a degradación anaerobia de fracciones orgánicas. En este marco, la disposición de residuos orgánicos constituye un vector de impacto climático y de riesgo ambiental, aun cuando no se cuantifique la contribución específica del UCO dentro de la fracción orgánica total.

La literatura sobre los impactos sociales de los rellenos sanitarios reconoce que existen externalidades locales, como olores y riesgos ambientales percibidos, que pueden afectar a comunidades cercanas. Sin embargo, estos efectos no se asocian de manera directa al UCO. Dado que resulta complejo monetizar y atribuir estos impactos a un flujo específico como el UCO, suelen reportarse únicamente de forma cualitativa.

3.4.5. Síntesis del alcance de la estimación

En síntesis, el UCO no gestionado genera impactos económicos, ambientales y sociales, con una base más robusta para su aproximación en el sistema sanitario que en la disposición final en rellenos sanitarios. En el sistema sanitario, la estimación se apoya en evidencia operacional de costos inducidos en PTAS y en órdenes de magnitud basados en costos unitarios por evento en la red.

Estos impactos económicos se concentran principalmente en los operadores sanitarios, ya que afectan sus costos de operación y mantención. Estos no corresponden a costos fiscales directos ni a desembolsos de fondos públicos, dado el carácter mayoritariamente privado de la operación de los servicios sanitarios en Chile. En este contexto, la reducción de la disposición inadecuada de UCO podría generar beneficios económicos indirectos para dichos operadores, principalmente asociados a menores requerimientos de mantención correctiva y control operacional. Esto abre la posibilidad de generar sinergias entre las campañas de recolección de UCO y los objetivos de reducción de costos del sistema sanitario, lo que refuerza el argumento para fortalecer su recolección en el país.

En rellenos sanitarios, los impactos se expresan de forma más difusa y su cuantificación económica directa es más difícil, por lo que se aborda mediante evidencia cualitativa centrada en lixiviados, gases y externalidades locales.



4.

POTENCIAL DE UCO Y SU RECOLECCIÓN EN CHILE

4. Potencial de UCO y su recolección en Chile

Este capítulo analiza el potencial de generación de UCO en Chile y las condiciones que determinan su efectiva recolección formal. El objetivo es dimensionar, desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa, la magnitud del recurso disponible y las brechas existentes entre dicho potencial y los volúmenes actualmente captados, considerando su relevancia como insumo estratégico para la producción de biocombustibles avanzados.

En primer lugar, se estima el potencial nacional de generación de UCO a partir de la proyección del consumo de aceites comestibles, bajo un conjunto de supuestos que permiten construir un escenario de referencia consistente y transparente. Esta estimación entrega una base cuantitativa común para el análisis posterior, al identificar el volumen total de residuo potencialmente disponible, sin considerar restricciones operativas, regulatorias o económicas asociadas a su gestión efectiva.

En segundo término, el capítulo identifica las principales barreras que explican los bajos niveles de recolección formal de UCO en Chile y revisa un conjunto de medidas orientadas a superarlas, con el objetivo de identificar pasos intermedios que serán un insumo clave para la posterior formulación de recomendaciones de política pública presentadas en el capítulo 6. Este análisis se estructura en torno a distintos mecanismos institucionales (normativos, económicos, técnicos, colaborativos y culturales) que, en conjunto, condicionan el desempeño del sistema de recolección y valorización del UCO a nivel nacional.

Finalmente, se cuantifica la brecha entre el potencial de generación de UCO y la recolección proyectada bajo distintos escenarios al año 2035, ilustrando cómo diferentes niveles de implementación de políticas públicas y mecanismos de gestión pueden influir significativamente en la reducción de dicha brecha. Este ejercicio permite vincular el análisis del potencial y de las barreras con la estimación posterior del potencial de producción de SAF y HVO, estableciendo un puente directo hacia los capítulos siguientes.

4.1. Estimación del potencial de UCO en Chile

La estimación del potencial de generación de UCO en Chile se desarrolla a partir de la proyección del consumo nacional de aceites comestibles, bajo un conjunto de supuestos que permiten ordenar el análisis y construir un escenario de referencia.

El primer paso para desarrollar este ejercicio consiste en estimar el consumo de aceite de la población en Chile, ya que este volumen determina la base sobre la cual se genera el residuo. En particular, se adoptan los siguientes supuestos:

- a. el cálculo se basa en el consumo actual total de aceite a nivel nacional, utilizando como referencia el consumo de 2024 presentado en el subcapítulo 2.1 de 464 kt/año;
- b. la evolución futura del consumo de aceite se explica por el crecimiento/decrecimiento proyectado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de la población en Chile, de más de 20,6 millones de habitantes para 2035 y 19 millones hacia el año 2050 (2026);
- c. los patrones de consumo de aceite se mantienen en el tiempo, asumiéndose un consumo promedio per cápita constante a lo largo del período de análisis, estimado en 25,1 kg/habitante/año. Este valor se alinea con la proyección de consumo de

aceite a nivel humano en Chile realizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que estima para los próximos 8 años un consumo en el orden de entre 25 – 26 kg/habitante/año (2023);

- d. se mantiene la proporción de consumo de aceite en el sector residencial e industrial/comercial, según las tendencias actuales de aproximadamente 33% y 67%, respectivamente.

Sobre la base de estos supuestos, se elabora una proyección del consumo nacional de aceites comestibles con horizonte al año 2035 y 2050. Como se muestra en las barras apiladas del gráfico (Ilustración 12), la proyección resultante arroja un consumo estimado de aceite a nivel nacional de 518 kt/año en 2035 y 479 kt/año en 2050, y constituye la base para estimar los volúmenes que se transforman en UCO.

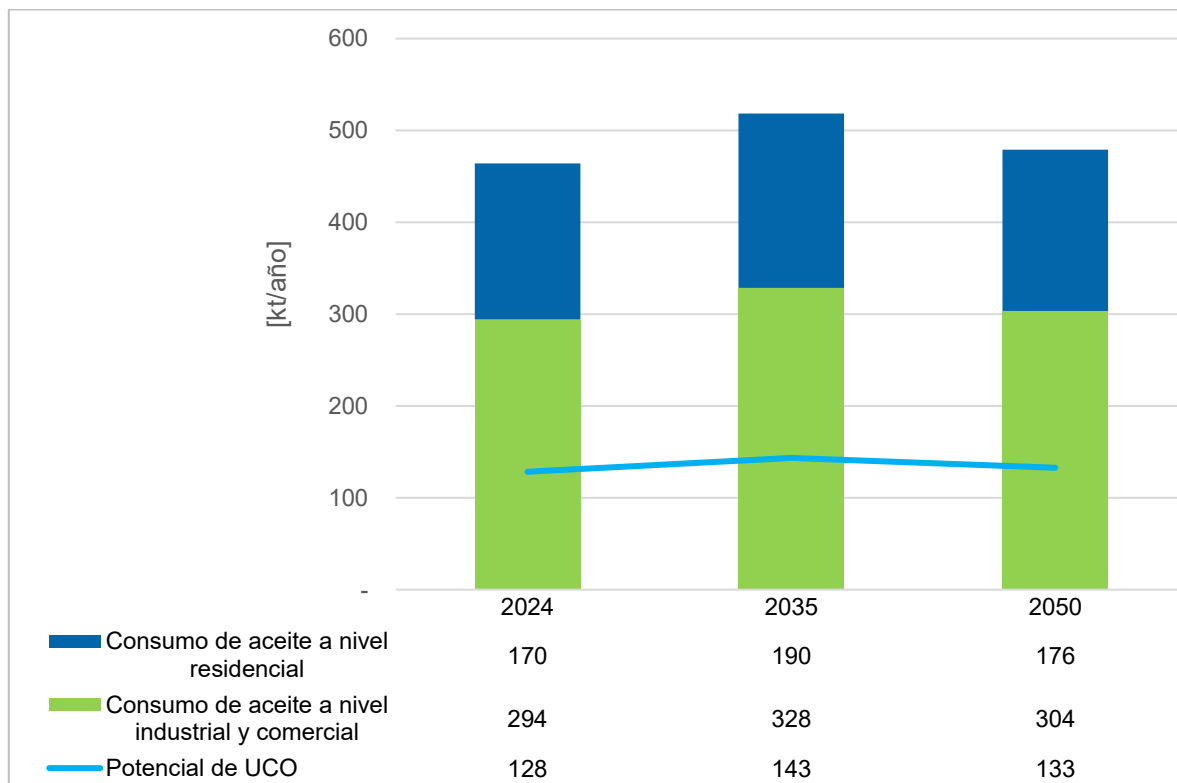


Ilustración 12. Estimación proyectada del consumo de aceite en Chile en 2035-2050 y potencial de UCO.
(Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

A partir del consumo proyectado, el potencial de generación de UCO se calcula aplicando factores que representan la fracción del aceite utilizado que se convierte efectivamente en residuo, tal como se muestra en la línea verde de la Ilustración 12. Los factores considerados corresponden a los identificados en el subcapítulo 2.1 y se aplican de manera diferenciada según el sector de uso, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15. Factores de transformación y potencial de generación de UCO, a nivel residencial e industrial/comercial. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hincio).

	Factor de transformación	2035		2050	
		Consumo de aceite [kt/año]	Potencial de generación de UCO [kt/año]	Consumo de aceite [kt/año]	Potencial de generación de UCO [kt/año]
Nivel residencial	15%	190	28	176	26
Nivel industrial/comercial	35%	328	115	304	106
Total		518	143	479	133

Para este cálculo, se consideran los volúmenes de aceite asignados a los segmentos residencial e industrial/comercial, manteniendo la distribución sectorial actual, equivalente a un 33% para el sector residencial y un 67% para el sector industrial/comercial. Los factores se aplican directamente sobre el consumo proyectado de cada segmento.

Es importante destacar que el potencial estimado no incorpora restricciones asociadas a las condiciones actuales de recolección, regulación o valorización del residuo. En particular, no considera limitaciones logísticas, económicas ni institucionales que inciden en la gestión del UCO. La estimación cumple así una función de referencia, al permitir dimensionar la magnitud total del recurso disponible y servir de base para el análisis posterior de las brechas entre la generación potencial y la recolección efectiva.

4.2. Identificación de barreras y medidas para aumentar la recolección de UCO en Chile

La identificación de barreras y medidas que se pueden adoptar para aumentar la recolección de UCO en Chile se identifican a partir lo recogido en los capítulos 2 y 3, y se complementan con las experiencias internacionales y nacionales recogidas a través de entrevistas.

Las brechas y medidas, se organizan bajo un enfoque de mecanismos institucionales para promover la economía circular, integrando los hallazgos técnicos, regulatorios, económicos y operativos que inciden en la cadena de valor (van Hoof & Aguilar-Hernandez, 2025). Este enfoque permite ordenar las brechas como distintos ámbitos de acción pública y privada que, en conjunto, condicionan el desempeño del sistema de recolección de UCO. Adicionalmente se agrega una sexta categoría, que aborda las brechas y medidas asociadas a la certificación de sostenibilidad del UCO.

4.2.1. Innovación en normatividad

Las brechas normativas constituyen uno de los factores estructurales que condicionan el desempeño del sistema de recolección y valorización del UCO en Chile. El marco regulatorio vigente, analizado en el subcapítulo 2.3, define obligaciones generales para la

gestión de residuos, pero no reconoce al UCO como un flujo específico con requerimientos diferenciados, lo que limita tanto la trazabilidad del residuo como la efectividad de los mecanismos de control y fiscalización asociados a su gestión. A continuación, se presentan las brechas y medidas identificadas:

(i) Ausencia de un marco normativo específico para el UCO

El UCO se encuentra regulado únicamente bajo disposiciones generales de gestión de residuos sanitarios, ambientales y municipales, sin una normativa específica que lo reconozca como un flujo de residuo de interés estratégico ni que establezca metas formales para su recolección y valorización. Si bien, como se analiza en el subcapítulo 2.3, el UCO se encuentra sujeto a las obligaciones generales de la Ley REP, no ha sido definido como residuo prioritario, por lo que no cuenta con cuotas de recolección ni con sistemas de gestión obligatorios, limitando la capacidad del marco vigente para orientar de manera efectiva el desarrollo del sistema. Este contexto normativo, basado en obligaciones generales pero sin instrumentos específicos, limita la capacidad del marco vigente para orientar de manera efectiva la recolección y valorización del UCO.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Fortalecer el marco normativo aplicable al UCO mediante su reconocimiento explícito, ya sea a través de su incorporación en la Ley REP o mediante el desarrollo de una normativa específica que permita dotar al residuo de instrumentos de gestión acordes a su relevancia estratégica.

(ii) Trazabilidad incompleta y debilidades en los sistemas de control

La trazabilidad del flujo de UCO es incompleta, debido a que la obligación de declaración en SINADER aplica solo a actores que superan el umbral de 12 toneladas anuales, dejando fuera a una fracción significativa de generadores y recolectores. A ello se suma una fiscalización fragmentada entre autoridades sanitarias, ambientales y otros organismos sectoriales, sin un esquema integrado de control para el UCO como flujo específico.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Diseñar e implementar un sistema de trazabilidad dedicado al UCO, incluyendo la revisión del umbral actual de 12 toneladas y el seguimiento de la iniciativa orientada a su reducción a 6 toneladas, identificada en las entrevistas, junto con el fortalecimiento de esquemas de gobernanza y fiscalización coordinados que permita una supervisión más coherente del sistema.

4.2.2. Creación de incentivos

Un segundo conjunto de brechas, identificado en las entrevistas realizadas, corresponde a señales económicas que enfrentan los distintos actores de la cadena de valor del UCO, influyen de manera directa en la viabilidad de la recolección formal y en la asignación de volúmenes recolectados. En ausencia de incentivos alineados con los objetivos de valorización local y formalización, el sistema tiende a fragmentarse y a perder competitividad frente a destinos alternativos. A continuación, se presentan las brechas y medidas identificadas:

(i) Señales económicas insuficientes para la valorización local del UCO

La creciente valorización internacional del UCO ha intensificado la competencia por el residuo e incrementado su precio, generando incentivos heterogéneos para la recolección formal. En ausencia de instrumentos económicos específicos que prioricen su valorización local, la mayor parte del UCO recolectado se destina a la exportación, mientras que el mercado interno permanece fragmentado y con demanda débil.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Implementar incentivos económicos orientados a fortalecer la recolección formal y la valorización local del UCO, tales como beneficios tributarios e incentivos directos para generadores y recolectores formales.

(ii) Distorsiones de mercado asociadas a la informalidad y altos costos logísticos

La coexistencia de circuitos informales afecta la transparencia del mercado, distorsiona los precios y encarece la captación formal del residuo, afectando especialmente a los actores que sí cumplen con estándares de trazabilidad y certificación. A estas distorsiones se suman elevados costos logísticos y de captación, particularmente en zonas de baja densidad territorial, lo que reduce la viabilidad de la recolección formal en estos sectores.

- **Criticidad:** Media-Alta.
- **Medida asociada:** Desarrollar mecanismos de compensación por la entrega formal de UCO, fondos concursables para sistemas de y mecanismos orientados a reducir los costos logísticos en territorios con mayores dificultades de acceso.

4.2.3. Fortalecimiento de capacidades

El funcionamiento eficiente del sistema de recolección de UCO requiere una base sólida de información y capacidades técnicas e institucionales. Las brechas en estos ámbitos, que se describen a continuación, limitan la toma de decisiones basada en evidencia, la fiscalización efectiva y la posibilidad de escalar modelos de recolección y valorización.

(i) Insuficiente información y evidencia disponible sobre el mercado del UCO

Existe información insuficiente y no estandarizada sobre la generación y recolección de UCO por segmento, así como sobre los costos efectivos de captación y el desempeño de los sistemas existentes, lo que dificulta el diseño, monitoreo y evaluación de políticas públicas basadas en evidencia.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Desarrollar estudios técnicos específicos sobre el mercado del UCO, en particular orientados a caracterizar la generación y captación por segmento y los costos asociados.

(ii) Capacidades institucionales limitadas

Se identifican brechas en las capacidades técnicas, operativas e institucionales de los distintos actores públicos involucrados, en particular para fiscalizar, coordinar y gestionar de manera integrada el flujo de UCO, lo que restringe la implementación del marco normativo.

- **Criticidad:** Media.

- **Medida asociada:** Fortalecer las capacidades institucionales en materia de gestión, fiscalización y coordinación interinstitucional, y apoyar el desarrollo de proyectos piloto y experiencias demostrativas.

4.2.4. Escenarios de cooperación

La dispersión de los generadores y los altos costos logísticos asociados a la recolección de UCO hacen indispensable la cooperación entre actores públicos y privados. Sin embargo, las brechas de coordinación y gobernanza actuales limitan la escalabilidad y eficiencia de las iniciativas existentes.

(i) Débil coordinación y gobernanza interinstitucional

La dispersión de los generadores y los altos costos logísticos asociados a la recolección de pequeños volúmenes requieren esquemas de cooperación. No obstante, se identifican limitaciones relevantes en la coordinación entre actores públicos y privados y brechas en la gobernanza interinstitucional del UCO como flujo específico.

- **Criticidad:** Media-Alta.
- **Medida asociada:** Implementar mesas multisectoriales y espacios formales de coordinación público-públicos y público-privados para articular acciones a lo largo de la cadena de valor.

(ii) Infraestructura de agregación e intercambio de información insuficiente

La infraestructura de agregación disponible resulta insuficiente, particularmente para el segmento domiciliario, y el intercambio de información entre actores es débil, lo que dificulta la planificación logística, la trazabilidad del residuo y la transparencia del mercado a nivel nacional.

- **Criticidad:** Media.
- **Medida asociada:** Desarrollar acuerdos para el despliegue de infraestructura de recolección, incluyendo puntos de entrega voluntaria, y avanzar hacia un sistema nacional de información que facilite la trazabilidad y planificación.

4.2.5. Cultura ciudadana

El comportamiento de la ciudadanía y de pequeños generadores incide directamente en la disponibilidad efectiva de UCO para su valorización. Las brechas culturales en la gestión del residuo explican una parte relevante de la disposición inadecuada observada y de los impactos asociados, como se describe a continuación:

(i) Bajo nivel de información y concientización ciudadana

Se observa un bajo nivel de información y concientización sobre los impactos del manejo inadecuado del UCO, especialmente en el segmento domiciliario, lo que se traduce en una fracción significativa del residuo que no ingresa a los circuitos formales y se dispone de forma inadecuada, generando impactos ambientales, sociales y sanitarios relevantes (mencionados en el capítulo 3), limitando su disponibilidad efectiva para procesos de valorización.

- **Criticidad:** Media.

- **Medida asociada:** Diseñar e implementar acciones permanentes de educación, comunicación y participación ciudadana, fortaleciendo redes locales y comunitarias de recolección y articulando esfuerzos con municipios, organizaciones comunitarias y comercios locales.

4.2.6. Brechas para la certificación de la sostenibilidad del UCO

La certificación de la sostenibilidad del UCO constituye una condición habilitante para su utilización como materia prima en la producción de SAF y HVO, en la medida en que permite demostrar su origen residual, asegurar la trazabilidad a lo largo de la cadena de valor y cumplir con los criterios ambientales y sociales exigidos por los esquemas de certificación reconocidos internacionalmente.

En el contexto chileno, se identifican un conjunto acotado de brechas técnicas, operativas y de información que actualmente dificultan la certificación del UCO bajo estos esquemas. Estas brechas se concentran principalmente en limitaciones de trazabilidad y registro, en la cobertura parcial de los sistemas de certificación y en los riesgos asociados a la coexistencia de circuitos formales e informales.

A continuación, se identifican medidas asociadas directamente a cada una de estas brechas, orientadas a fortalecer los elementos habilitantes de la certificación y a mejorar la consistencia, integridad y verificabilidad del UCO como materia prima sostenible para SAF y HVO:

(i) Trazabilidad incompleta del UCO a lo largo de la cadena de valor

La trazabilidad del UCO resulta incompleta debido a la fragmentación de los sistemas de registro y al umbral mínimo de declaración vigente en SINADER, que deja fuera a una fracción relevante de pequeños y medianos generadores y recolectores. Esta situación dificulta demostrar de manera consistente el origen residual del UCO, requisito central en los esquemas de certificación de sostenibilidad.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Fortalecer los sistemas de trazabilidad y registro del UCO a lo largo de toda la cadena de valor, de modo de asegurar la identificación del origen del residuo y la consistencia de la información requerida para la certificación.

(ii) Cobertura limitada de los esquemas de certificación

La aplicación de esquemas de certificación reconocidos (p. ej. ISCC, RSB) se concentra actualmente en un número acotado de actores, principalmente recolectores orientados a la exportación y las auditorías suelen basarse en volúmenes agregados, lo que limita la supervisión directa de segmentos atomizados de la cadena y debilita la implementación efectiva de los modelos de cadena de custodia y balance de masa.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Ampliar progresivamente la cobertura efectiva de los esquemas de certificación, incorporando segmentos actualmente no auditados y reforzando la verificación de la cadena de custodia a lo largo de toda la cadena.

(iii) Riesgos asociados a la coexistencia de circuitos formales e informales

La coexistencia de flujos formales e informales, identificada en la caracterización del mercado, incrementa los riesgos de subdeclaración de volúmenes, mezclas con aceites no elegibles y pérdida de información sobre el origen y destino del UCO, lo que compromete la integridad de los flujos certificados y el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad.

- **Criticidad:** Alta.
- **Medida asociada:** Reducir los vacíos de control mediante una mayor articulación entre trazabilidad, certificación y sistemas de información, con el fin de reforzar la integridad de los balances de masa y disminuir los riesgos para la certificación.

4.2.7. Síntesis de brechas y medidas para aumentar la recolección del UCO

En conjunto, esta estructura de análisis permite comprender que el aumento efectivo de las tasas de recolección de UCO en Chile depende de la implementación coordinada de mecanismos normativos, económicos, técnicos, colaborativos y culturales, que constituyen la base para la definición de los escenarios de recolección desarrollados en el subcapítulo siguiente. Las medidas identificadas para abordar las brechas que existen en el contexto chileno y limitan la recolección de UCO en Chile se sintetizan en la Tabla 16 a continuación:

Tabla 16. Resumen de medidas identificadas para aumentar la recolección de UCO en Chile.

Medida	Brechas a las que aplica y dimensión	Criticidad
Fortalecer el marco normativo aplicable al UCO mediante su reconocimiento explícito (Ley REP o normativa específica)	Ausencia de un marco normativo específico para el UCO (Innovación en normatividad).	Alta
Diseñar e implementar un sistema de trazabilidad dedicado al UCO, incluyendo la reducción del umbral de 12 t/año y fortalecimiento de gobernanza y fiscalización	• Trazabilidad incompleta y debilidades en los sistemas de control (Innovación en normatividad); • Trazabilidad incompleta del UCO a lo largo de la cadena de valor (Certificación de la sostenibilidad).	Alta
Implementar incentivos económicos para fortalecer la recolección formal y la valorización local del UCO	Señales económicas insuficientes para la valorización local del UCO (Creación de incentivos).	Alta
Desarrollar mecanismos de compensación por entrega formal de UCO, fondos concursables y mecanismos para reducir costos logísticos	Distorsiones de mercado asociadas a la informalidad y altos costos logísticos (Creación de incentivos).	Media–Alta
Desarrollar estudios técnicos específicos sobre el mercado del UCO	Insuficiente información y evidencia disponible sobre el mercado del UCO (Fortalecimiento de capacidades).	Alta
Fortalecer capacidades institucionales y apoyar proyectos piloto y experiencias demostrativas	Capacidades institucionales limitadas (Fortalecimiento de capacidades).	Media

Medida	Brechas a las que aplica y dimensión	Criticidad
Implementar mesas multisectoriales y espacios formales de coordinación público-públicos y público-privados	Débil coordinación y gobernanza interinstitucional (Escenarios de cooperación).	Media–Alta
Desarrollar acuerdos para infraestructura de recolección y avanzar hacia un sistema nacional de información	Infraestructura de agregación e intercambio de información insuficiente (Escenarios de cooperación).	Media
Diseñar e implementar acciones permanentes de educación, comunicación y participación ciudadana	Bajo nivel de información y concientización ciudadana (Cultura ciudadana).	Media
Ampliar la cobertura de los esquemas de certificación y reforzar la cadena de custodia y el balance de masa	- Cobertura limitada de los esquemas de certificación (Certificación de la sostenibilidad); - Riesgos asociados a la coexistencia de circuitos formales e informales (Certificación de la sostenibilidad).	Alta

4.3. Cuantificación de la brecha entre el potencial de UCO y la recolección proyectada

Las brechas para aumentar la recolección de UCO en Chile se expresan, desde un punto de vista cuantitativo, como la diferencia entre el potencial nacional de generación de este residuo y los volúmenes efectivamente recolectados de manera formal. La no recolección del UCO constituye uno de los principales desafíos para su valorización y su incorporación en cadenas de suministro orientadas a la producción de SAF y HVO. Aun cuando existe un potencial relevante asociado tanto al consumo domiciliario como a los sectores comercial e industrial, la evidencia levantada a lo largo de este estudio muestra que solo una fracción acotada de dicho potencial ingresa actualmente a circuitos formales de recolección, persistiendo una brecha estructural significativa. Esta brecha responde principalmente a factores institucionales, regulatorios y operativos, más que a restricciones técnicas o de disponibilidad del recurso.

En la situación actual, la tasa de recolección formal de UCO en Chile se estima en torno al 10% del potencial generado, de acuerdo con los registros formales analizados en el capítulo 2. Este bajo nivel de captación refleja las condiciones estructurales del mercado nacional, caracterizado por la ausencia de un marco regulatorio específico para el UCO, la inexistencia de obligaciones diferenciadas para los distintos tipos de generadores y una participación aún marginal del segmento domiciliario en los sistemas formales de recolección, como se describe en el subcapítulo anterior (4.2). Asimismo, la recolección formal se concentra mayoritariamente en grandes generadores comerciales, mientras que una fracción relevante del residuo generado a nivel de hogares no es captada ni trazada, contribuyendo a la persistencia de una brecha significativa entre el potencial de generación de UCO y su efectiva incorporación a circuitos formales de valorización.

Con el objetivo de dimensionar la magnitud de esta brecha y evaluar su posible evolución al año 2035, el análisis considera tres escenarios de recolección de UCO. Este horizonte temporal se adopta considerando que el rol de los biocombustibles avanzados, como el SAF y el HVO a partir de UCO, se concentraría principalmente en el corto y mediano plazo, previo al despliegue a mayor escala de los combustibles sintéticos.

De acuerdo a los hallazgos del estudio de factibilidad para el uso de SAF en Chile, se espera que el uso energético del UCO se mantenga estable a partir de 2030-2035, tanto por límites estructurales en la disponibilidad del recurso como por la aparición de alternativas tecnológicas con mayor potencial de escalamiento (OACI, 2025). En este contexto, el análisis al 2035 permite capturar el período de máxima relevancia del UCO como materia prima estratégica, sin asumir un crecimiento indefinido en el largo plazo.

En este marco, los escenarios, que se resumen en la Tabla 17, no buscan predecir un resultado específico ni representar objetivos de políticas públicas, sino ilustrar órdenes de magnitud asociados a distintos niveles de implementación de medidas, incluyendo políticas públicas y mecanismos de gestión, sobre la cantidad de UCO recolectada de manera formal.

Tabla 17. Escenarios de recolección de UCO para el año 2035.

Escenario	Descripción breve del escenario	Tasa de recolección estimada al 2035
Base	Mantención de la situación actual, sin cambios regulatorios relevantes ni mejoras sustantivas en fiscalización, trazabilidad o cobertura de la recolección, con captación concentrada en grandes generadores.	~10%
Moderado	Mejoras graduales en el sistema de recolección formal, impulsadas por obligaciones parciales para grandes generadores, mayor control y profesionalización, sin un despliegue masivo de recolección domiciliaria.	~45%
Optimista	Implementación de un sistema integral de gestión del UCO, con obligaciones claras, trazabilidad robusta, fiscalización coordinada y recolección domiciliaria desplegada a escala territorial.	~75%

En el **escenario base**, se asume que la recolección de UCO se mantiene en los niveles actuales, sin la introducción de disposiciones regulatorias específicas ni mejoras sustantivas en fiscalización, trazabilidad o infraestructura de recolección. Bajo este escenario, la tasa de recolección al año 2035 permanece en torno al 10% del potencial estimado, reproduciendo una situación de baja captación, alta informalidad y persistencia de una brecha significativa entre la generación de UCO y su incorporación a circuitos formales. La recolección continúa concentrándose en grandes generadores comerciales, sin avances relevantes en la captación del segmento domiciliario.

El **escenario moderado** considera una evolución progresiva del sistema de recolección formal hacia el año 2035, impulsada por la introducción de obligaciones parciales para grandes generadores, el fortalecimiento de los sistemas de registro, mejoras en la fiscalización y una mayor profesionalización de los actores involucrados en la recolección. No obstante, este escenario no contempla un despliegue masivo de sistemas de

recolección domiciliaria ni mecanismos integrales de captación ciudadana. Bajo estos supuestos, la tasa de recolección podría incrementarse gradualmente hasta alcanzar en torno al 45% del potencial de UCO al año 2035, reduciendo de manera significativa la brecha observada, aunque manteniendo limitaciones estructurales en el segmento residencial. Cabe destacar que, aun sin alcanzar configuraciones de máxima ambición institucional, este escenario permitiría movilizar volúmenes significativos de UCO con menores requerimientos de coordinación, fiscalización e inversión pública, resultando particularmente relevante como trayectoria intermedia o transicional en el contexto chileno.

Este orden de magnitud resulta consistente con experiencias como la de España, donde la obligatoriedad de la gestión del UCO en el sector HORECA y la consolidación de gestores autorizados han permitido avances relevantes en la captación, alcanzando tasas cercanas al 72% del UCO generado en dicho sector, en contraste con niveles del orden del 5% en el segmento domiciliario, lo que evidencia la persistencia de limitaciones estructurales en este último (Repsol, 2023).

Finalmente, el **escenario optimista** representa un límite superior de desempeño al año 2035 y asume la implementación de un enfoque integral de gestión del UCO. Este incluye obligaciones claras para los distintos tipos de generadores, la implementación de sistemas de trazabilidad robustos, una fiscalización coordinada y el despliegue efectivo de infraestructura de recolección domiciliaria a escala territorial. Bajo estas condiciones, la tasa de recolección podría situarse en torno al 75% del potencial estimado de UCO. Este nivel se encuentra respaldado por experiencias internacionales avanzadas: Bélgica constituye el principal caso europeo, con tasas superiores al 60% en el segmento domiciliario (Repsol, 2023), mientras que Corea del Sur ha alcanzado niveles elevados de recuperación mediante la clasificación del UCO como residuo de manejo obligatorio desde 2022, una fiscalización estricta y sistemas integrados de trazabilidad, con tasas de recolección entre 76% y 92% del potencial, como se identifica en el capítulo 1.

Adicionalmente, este orden de magnitud resulta consistente con las metas regulatorias definidas en Chile para otros flujos de residuos de productos prioritarios de la Ley REP. En particular, el Decreto Supremo N°47 de 2023 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de aceites lubricantes usados, establece un esquema de metas progresivas de recolección y valorización: 50% al primer año de implementación, 73% al séptimo año y 90% al duodécimo año. Este antecedente proporciona un marco de referencia sobre los niveles de recolección que pueden alcanzarse cuando existen instrumentos regulatorios progresivos con obligaciones explícitas.

Desde esta perspectiva, la brecha observada en Chile responde a un conjunto de factores estructurales más que a restricciones técnicas o de disponibilidad del recurso.

La Ilustración 13 presenta de manera comparada la magnitud de la brecha entre el potencial estimado de UCO al año 2035 y los volúmenes recolectados bajo los tres escenarios definidos. En términos cuantitativos, para un potencial total estimado del orden de 140 kt/año de UCO, el escenario base considera una recolección cercana a 14 kt/año, con una brecha aproximada de 129 kt/año; el escenario moderado contempla una recolección del orden de 65 kt/año, reduciendo la brecha a alrededor de 79 kt/año; mientras que el escenario optimista permite alcanzar volúmenes cercanos a 108 kt/año, con una brecha residual de aproximadamente 36 kt/año. Este análisis constituye la base para la estimación del potencial de producción de SAF y HVO a partir del UCO recolectado a nivel nacional y

para la formulación de recomendaciones de políticas públicas orientadas a reducir dicha brecha, presentados en los capítulos 5 y 6, respectivamente.

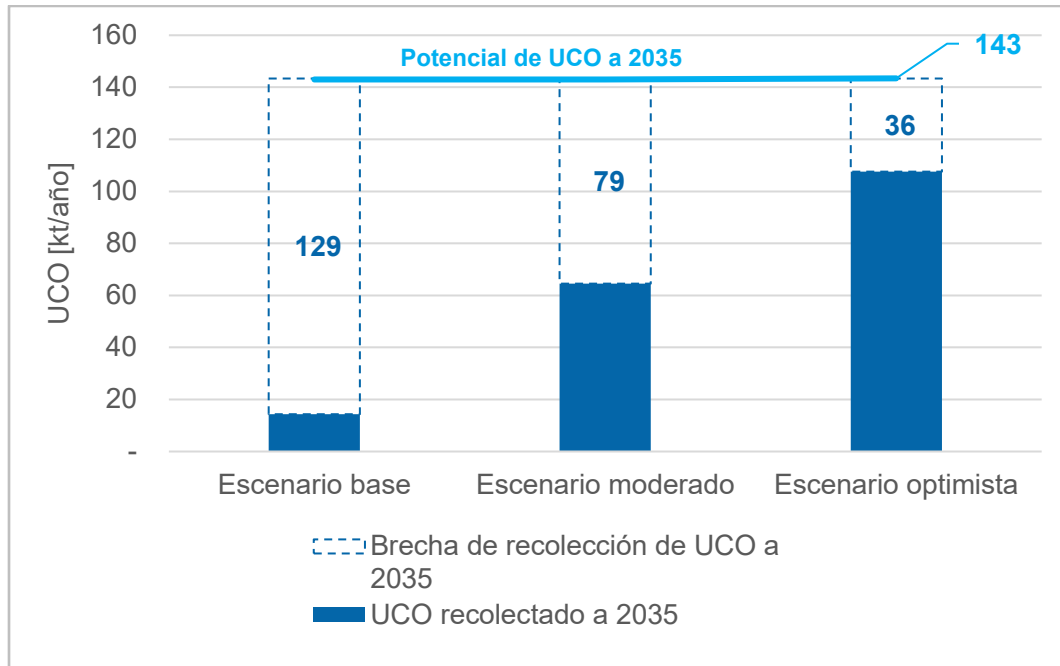


Ilustración 13. Brecha de recolección de UCO respecto al potencial en el año 2035, para distintos escenarios de recolección (base, moderado, optimista). (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).



Agencia de
Sostenibilidad
Energética



Vuelo limpio

5.

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE SAF Y HVO EN CHILE

5. Potencial de producción de SAF y HVO en Chile

El presente capítulo traduce el potencial de recolección de UCO estimado en el capítulo 4 en volúmenes concretos de combustibles avanzados susceptibles de producirse en Chile. Para ello, se aplican coeficientes de conversión representativos de dos rutas tecnológicas para la producción de SAF y HVO: el coprocesamiento de UCO en refinerías existentes, y la ruta HEFA. La selección de estas rutas tecnológicas se fundamenta en el Estudio de Factibilidad sobre el Uso de Combustibles Sostenibles de Aviación en Chile (OACI, 2025), que identifica el coprocesamiento en refinerías existentes como la principal vía de producción en el corto plazo y reconoce a la ruta HEFA como la tecnología más madura a escala comercial. Estos coeficientes se aplican a los tres escenarios de recolección definidos en el subcapítulo 4.3.

Los resultados se expresan en términos de producción potencial de SAF y HVO, permitiendo dimensionar cómo varían los volúmenes y el tipo de producto final según la vía tecnológica adoptada, así de la contribución que el UCO nacional podría realizar a la descarbonización del transporte aéreo y terrestre chileno.

El análisis considera que el consumo de combustible de aviación en Chile alcanzará aproximadamente 2.400 millones de litros en 2035 (ver Ilustración 14). Esta cifra constituye el denominador de referencia para evaluar la relevancia relativa del SAF producible a partir del UCO nacional, en términos de cobertura de la demanda doméstica.

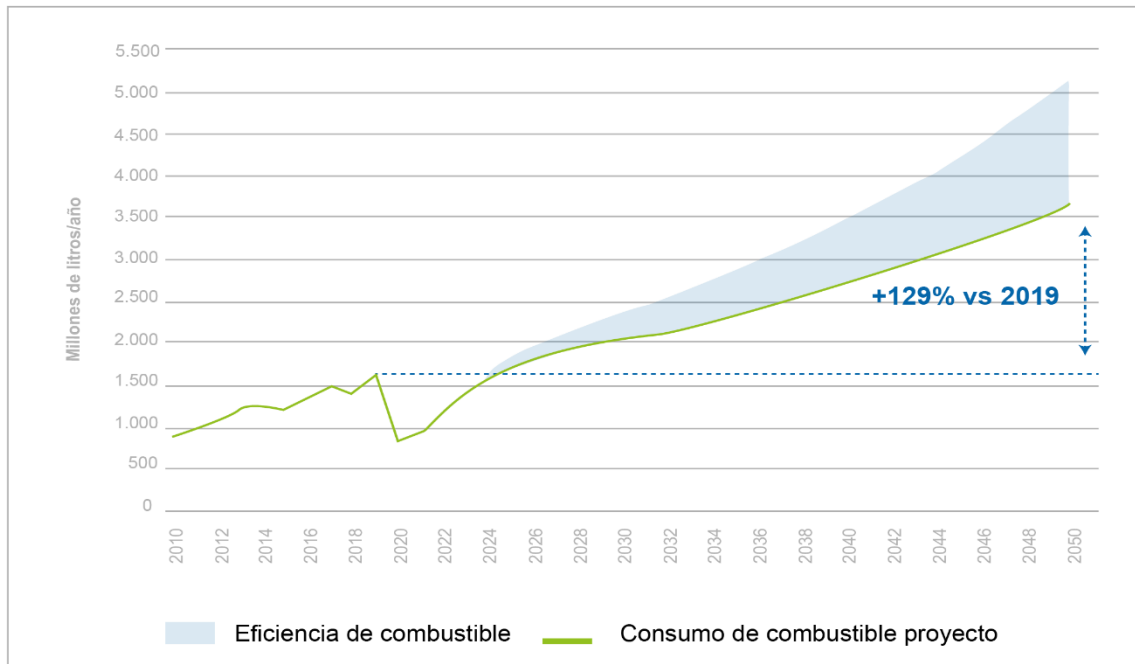


Ilustración 14. Proyección del consumo de combustible de aviación en Chile. Fuente: (Vuelo Limpio, 2024).

Por otra parte, respecto al uso de HVO como combustible para el transporte terrestre, la actualización 2025 de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) establece que, a partir de 2028, se desarrollará una hoja de ruta para el sector de transporte de carga, incluido el transporte terrestre, con el fin de definir metas de uso de combustibles bajos en carbono. En este marco, el HVO se reconoce como una alternativa con potencial para

contribuir a la reducción de emisiones del sector, lo que refuerza la relevancia de evaluar su producción a partir de UCO a nivel nacional.

A continuación, el subcapítulo 5.1 presenta la metodología y los resultados de esta estimación, mientras que el subcapítulo 5.2 analiza los factores de mercado que condicionan la efectiva valorización del UCO recolectado.

5.1. Estimación de producción de SAF y HVO en Chile

La estimación de producción de SAF y HVO a partir de UCO en Chile se basa en las proyecciones nacionales de recolección presentadas en el subcapítulo 4.3. A partir de estos volúmenes, se desarrolla un análisis integrado que considera las dos rutas tecnológicas aplicables al contexto nacional: el **coprocesamiento en refinerías existentes** y la **ruta HEFA** dedicada. Este enfoque permite evaluar, para una misma disponibilidad de UCO, cómo varía su valorización según el grado de madurez tecnológica, el nivel de captura de valor y las restricciones operacionales asociadas a cada vía.

La estimación vincula el potencial de UCO recuperado en Chile en 2035, en los tres escenarios presentados en el capítulo 4, con coeficientes de rendimiento representativos del coprocesado y de plantas HEFA. Dichos coeficientes se expresan en relación con la cantidad de UCO que ingresa a la planta de transformación y reflejan su conversión en distintos productos finales renovables. En particular, los rendimientos de SAF y de HVO representan la fracción específica del UCO de entrada al proceso que se transforma en cada uno de estos combustibles.

En el caso del coprocesamiento, se consideran dos configuraciones operacionales. En la primera, el UCO se incorpora en la corriente de kerosene fósil que alimenta un hidrotratador de kerosene, obteniéndose SAF como producto objetivo (Chopra & Costa, 2025). En la segunda, el UCO se incorpora en la corriente de diésel fósil que alimenta un hidrotratador de diésel, obteniéndose HVO. En ambos casos, el carbono biogénico queda diluido en la mezcla final de combustibles de la refinería, en proporciones que dependen de la unidad de proceso utilizada y del catalizador empleado. Para las estimaciones de este estudio se utilizan los valores de recuperación del carbono biogénico de la siguiente tabla:

Tabla 18. Recuperación del carbono biogénico del UCO por tipo de hidrotratador y producto objetivo.

	Orientada a producir SAF – HDT de kerosene	Orientada a producir HVO – HDT de diésel
Recuperación del carbono biogénico del UCO en el producto objetivo	93% (Chopra & Costa, 2025)	88% (Carmona, Ayalón A, & Hernández, 2018)

Cabe señalar que, en el caso del coprocesamiento en refinerías, la cantidad de UCO que puede ser valorizada a nivel nacional se encuentra acotada por limitaciones operacionales propias del proceso. En particular, y en línea con el contenido del capítulo 1, la norma ASTM D1655 Annex A1.2.2.1, establece un límite máximo del 5%⁴⁸ en volumen de materia prima renovable, en este caso el UCO, que puede incorporarse en la corriente de crudo fósil durante el proceso de refinación. Este límite opera sobre el insumo del proceso, no sobre

⁴⁸ Si bien, para la producción de HVO en unidades de hidrotratamiento de diésel, el límite operativo puede alcanzar hasta un 10% sin requerir modificaciones de capital significativas (Shell, 2024), se consideró para las estimaciones hasta 5% dado que es el porcentaje máximo al que llegó ENAP en su piloto de HVO.

el producto final, y es el que acota los volúmenes anuales de UCO que pueden ser coprocesados en las refinerías del país. Las proyecciones de este estudio se basan en este límite vigente.⁴⁹

Para cuantificar el volumen máximo anual de UCO, susceptible de ser coprocesado, se deben estimar los volúmenes de hidrocarburos alimentados a las unidades existentes de hidrotratamiento, para lo que se realiza un cálculo inverso a partir de los volúmenes de producción de kerosene y diésel de la Refinería Aconcagua. Esta refinería se utiliza como referencia para la estimación debido a que concentra actualmente la mayor disponibilidad de hidrógeno dentro del sistema de refinerías de ENAP, según lo informado en entrevista con la empresa.

La estimación se realiza considerando los siguientes supuestos:

- a. la producción de kerosene de aviación de la refinería de Aconcagua es de aproximadamente 550 millones de litros/año⁵⁰, nivel que se ha mantenido relativamente estable desde el aumento registrado tras las mejoras en la calidad implementadas en la Refinería Aconcagua en 2019 (ENAP Refinerías S.A., 2019). Por su parte, la producción de diésel de la misma refinería es de aproximadamente 1.970 millones de litros/año.
- b. para la estimación de los volúmenes de alimentación se aplican tasas de conversión de los procesos de hidrotratamiento existentes, que típicamente se encuentran en el rango del 85 a 95%.
- c. Sobre los volúmenes de alimentación antes definidos se aplica el 5% establecido como límite máximo del coprocesamiento, obteniéndose el volumen máximo de UCO que podría ser consumido.

Para la estimación planteada se asume que la capacidad de producción de la Refinería Aconcagua para ambos combustibles se mantendrá constante hacia 2035.

Por último, para estimar la potencial producción de SAF y HVO a partir del UCO coprocesado, se consideran los volúmenes máximos de UCO estimados anteriormente y aplican las tasas de recuperación del carbono biogénico en el producto objetivo para cada tipo de hidrotratador, conforme a los valores de la Tabla 18.

Es importante señalar que las estimaciones de producción SAF y HVO son representativas del potencial, sin que signifiquen directamente que estas podrían llevarse a cabo bajo las condiciones actuales de configuración de la Refinería Aconcagua. Para esto se deberá realizar un análisis específico que incorpore su configuración actual, flexibilidad operacional y los planes de incorporación de nuevas unidades de tratamiento en la refinería.

⁴⁹ Existe un proceso en curso liderado por la industria para aumentar este límite al 30% bajo ASTM D1655. Sin embargo, dicho proceso lleva varios años de evaluación sin haber alcanzado aprobación bajo el estándar internacional, debido a la rigurosidad del proceso de consenso técnico de ASTM y a objeciones de otros sectores de la industria de refinación. El único avance concreto a la fecha es la aprobación del 30% bajo la norma Def Stan 91-091 del Ministerio de Defensa del Reino Unido, de aplicación exclusiva en ese país (IEA Bioenergy Task 39, 2024; F&L Asia, 2025). De materializarse un aumento del límite admisible de materia prima renovable en la corriente fósil, las proyecciones de coprocesamiento presentadas en este estudio deberían revisarse al alza, dado que el volumen máximo de UCO procesable en refinerías nacionales está directamente condicionado por este parámetro.

⁵⁰ La capacidad de producción considera el promedio del kerosene producido en la Refinería Aconcagua en año 2019, 2023 y 2024, según el Balance Nacional de Energía del Ministerio de Energía. El periodo entre 2020-2022 no se consideró en el promedio dada la baja en la producción a causa de la pandemia COVID-19.

Sobre esta base, se estima que el volumen máximo de UCO que podría ser coprocesado anualmente en la Refinería Aconcagua asciende a aproximadamente 27 millones de litros para la configuración orientada a SAF, y a 87 millones de litros para la configuración orientada a HVO. Como muestra la Ilustración 16, para el escenario de SAF el volumen máximo de UCO coprocesable es inferior al disponible en el escenario medio de recolección, lo que implica que la restricción operativa de la refinería, y no la disponibilidad de materia prima, es el factor limitante a partir de ese escenario. Para el caso de HVO, el límite operativo coincide aproximadamente con el escenario medio, permitiendo procesar la totalidad del UCO disponible en ese escenario, pero resultando insuficiente para absorber el volumen proyectado en el escenario optimista.

Para el caso de la ruta HEFA, se identifican tres configuraciones operacionales típicas, cuyos rendimientos y distribuciones de productos se resumen en la Tabla 19. Estos valores muestran que una misma disponibilidad de UCO puede traducirse en resultados distintos según la configuración de la planta y la vía tecnológica considerada.

Es importante señalar que el análisis no se construye en torno a un proyecto específico ni a una planta determinada. El ejercicio se orienta a estimar la cantidad de SAF y/o HVO que podría producirse en el caso de que el UCO disponible se utilice como materia prima, sin asumir una configuración concreta de planta ni un esquema exclusivo de abastecimiento, sino considerando únicamente los parámetros técnicos representativos de cada ruta tecnológica como referencia.

Sobre esta base, la estimación puede construirse aplicando al potencial nacional de UCO recuperado un rendimiento para SAF y HVO asociado a cada proceso. En términos conceptuales, la producción estimada de SAF corresponde al volumen de UCO disponible multiplicado por el rendimiento de SAF, y de manera equivalente, la producción estimada de HVO corresponde al mismo volumen de UCO multiplicado por el rendimiento de HVO. De este modo, la disponibilidad potencial de materia prima se traduce en una oferta teórica de combustibles finales.

Tabla 19. Rendimiento de plantas HEFA utilizando UCO como materia prima⁵¹.

	Orientada a maximizar SAF		Configuración balanceada		Orientada a maximizar HVO	
Rendimiento total del proceso	89%		90%		92%	
Rendimiento de SAF	65 – 70%		40%		6%	
Rendimiento de HVO	≤ 5%		40%		80%	
Otros productos	BioGLP, nafta		BioGLP, nafta		BioGLP, nafta	
Referencias bibliográficas	Index	Methodology	Index	Methodology	Index	Methodology
	Factsheet, 2024;	2023	Factsheet, 2024		Factsheet, 2023	

⁵¹ Los rendimientos presentados se expresan como porcentaje de UCO que ingresa a la planta. Los rendimientos de SAF y HVO forman parte del rendimiento total de productos renovables, junto con otros coproductos.

Aplicando estos coeficientes a los escenarios nacionales de recolección de UCO, se obtiene una estimación de la producción potencial de SAF y HVO para las tres configuraciones de referencia: una orientada a maximizar la producción de SAF, otra orientada a maximizar la producción de HVO, y la configuración balanceada.

A continuación, se presentan de forma sintética los principales resultados asociados mediante la ruta HEFA y de coprocesamiento en refinerías.

La Ilustración 15 y 16 muestran que el potencial de producción de SAF y HVO a partir del UCO recuperado en Chile depende, además del nivel de recolección, de la configuración operacional de una planta HEFA⁵² o del coprocesamiento en una refinería, respectivamente. En el caso de una planta HEFA, en la configuración orientada a maximizar SAF, la producción estimada de este combustible aumenta desde aproximadamente 13 millones de litros/año en el escenario base hasta cerca de 99 millones de litros/año en el optimista, mientras que el HVO se mantiene en valores bajos, inferiores a 7 millones de litros/año. Por otra parte, en la configuración balanceada, ambos productos alcanzan volúmenes similares, desde alrededor de 7-8 millones de litros/año en el escenario base hasta 55-57 millones de litros/año en el optimista. En cambio, en la configuración orientada a maximizar HVO, este combustible pasa de cerca de 15 millones de litros/año a aproximadamente 110 millones de litros/año, mientras que el SAF permanece acotado, con valores del orden de 1 a 9 millones de litros/año.

Finalmente, en el caso del coprocesamiento, la producción máxima alcanzable es de 26 millones de litros/año para SAF y 87 millones de litros/año para HVO, ambas determinadas por el límite vigente del 5% sobre la materia prima renovable incorporada en la corriente fósil, y no por la disponibilidad de UCO. Para la configuración orientada a SAF, este techo operativo se alcanza ya en el escenario medio de recolección, por lo que los escenarios moderado y optimista no generan producción adicional. Para la configuración orientada a HVO, el límite operativo coincide aproximadamente con el escenario medio, siendo insuficiente para absorber el volumen proyectado en el escenario optimista.

⁵² A modo de referencia, el proyecto HEFA de ALUR/ANCAP en Montevideo, Uruguay, contempla la instalación de una planta HEFA dedicada en la Refinería La Teja para la producción de SAF y/o HVO, con una capacidad de procesamiento estimada entre 150 y 200 mil toneladas anuales de materias primas, entre las cuales se incluye el UCO (ALUR, 2024).

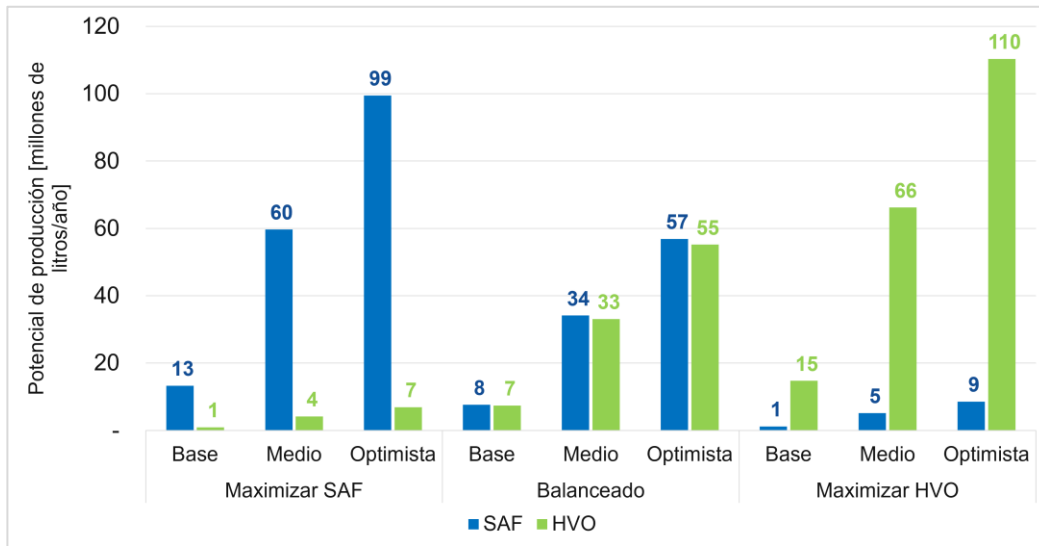


Ilustración 15. Potencial estimado de producción de SAF y HVO a partir de UCO recolectado en 2035 a través de la ruta tecnológica HEFA en refineries, en millones de litros⁵³. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

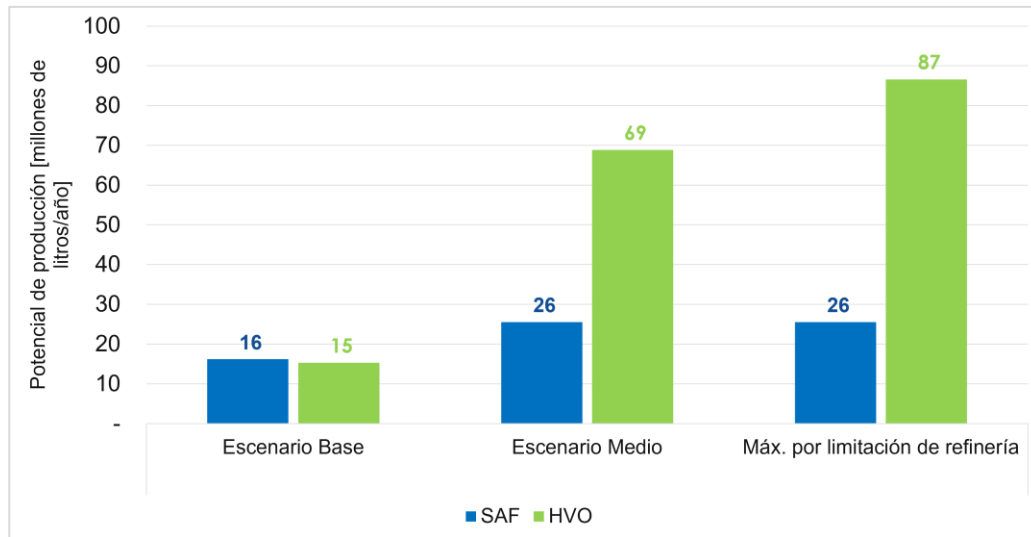


Ilustración 16. Potencial estimado de producción de SAF y HVO a partir de UCO recolectado en 2035 a través de coprocesamiento en refinería Aconcagua, en millones de litros⁵⁴. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

⁵³ Para la conversión de masa a volumen, se utilizan densidades promedio representativas de cada combustible final. En particular, se considera una densidad promedio de 780 kg/m³ para HVO (IEA AMF, s.f.) y de 757 kg/m³ para SAF (Kroyan, Wojcieszky, Kaario, & Larmi, 2022).

⁵⁴ Para la conversión de masa a volumen, se utilizan densidades promedio representativas de cada combustible final. En particular, se considera una densidad promedio de 780 kg/m³ para HVO (IEA AMF, s.f.) y de 757 kg/m³ para SAF (Kroyan, Wojcieszky, Kaario, & Larmi, 2022).

Los volúmenes estimados adquieren una dimensión estratégica adicional cuando se consideran en el contexto del mercado internacional de UCO certificado para SAF y HVO. La demanda global de lípidos para HEFA (que incluye aceites vegetales, grasas animales y aceites de desecho como el UCO) crece a una tasa que anticipa una escasez estructural de materia prima a nivel mundial: las proyecciones indican que la demanda global de lípidos para FAME y HEFA combinados podría alcanzar entre 100 y 120 millones de toneladas métricas anuales hacia 2035, cifra significativamente superior a la oferta identificada actualmente (S&P Global, 2026). Esta brecha estructural refleja que el UCO y las grasas animales ya representan la principal materia prima para la producción global de SAF bajo la ruta HEFA, pero los volúmenes requeridos para satisfacer los mandatos en vigor en Europa, el Reino Unido, Estados Unidos y los países que están en proceso de adoptar marcos regulatorios, incluidos Chile y varios países de América Latina, superan con creces la disponibilidad proyectada de estas fuentes en los mercados consolidados (L.E.K. Consulting, 2025; Topsoe, 2026).

Como se muestra en la Ilustración 17, bajo el escenario optimista de recolección, una configuración orientada a maximizar SAF a través de la ruta HEFA permitiría alcanzar una producción de 99 millones de litros anuales. Considerando que el consumo de combustible de aviación en Chile se proyecta en torno a 2.400 millones de litros para 2035 (Vuelo Limpio, 2024) esta producción representaría entre el 0,6% y el 4,1% de la demanda doméstica estimada para ese año si se utiliza el UCO recolectado en el escenario base y optimista, respectivamente. En el caso del coprocesamiento para la producción de SAF, la producción está acotada por el límite operativo de la refinería, y no por la disponibilidad de UCO, a partir del escenario medio de recolección. Bajo las condiciones actuales de recolección, el coprocesado podría suplir hasta el 0,7% de la demanda doméstica estimada para 2035, cifra que alcanza un máximo del 1,1% cuando se opera al límite de la capacidad de la Refinería Aconcagua (ver nota al pie 47).

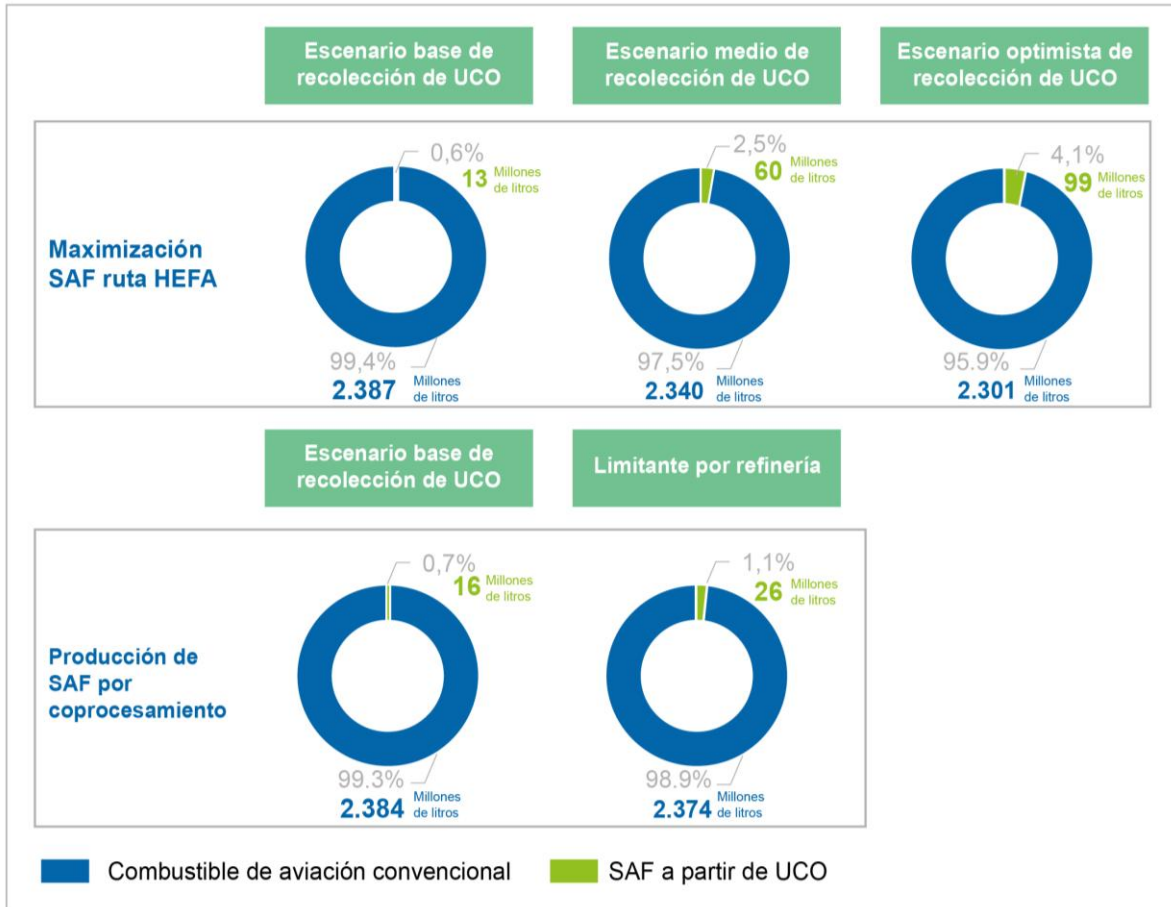


Ilustración 17. Estimación del potencial de producción de SAF a partir de UCO y su contribución a la demanda total de combustible de aviación en Chile al año 2035. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

Los resultados muestran que, bajo el escenario medio de recolección, el UCO permitiría alcanzar, en el corto plazo, el techo técnico de producción vía coprocesamiento en refinerías bajo el límite normativo vigente, en línea con lo propuesto en el estudio de factibilidad de la OACI, que identifica esta ruta como una alternativa viable para iniciar la producción de SAF potencialmente a partir de UCO, alcanzar su máxima contribución hacia 2035 y mantenerse en el tiempo mientras se incorporan nuevas tecnologías. Por su parte, el escenario optimista apunta a una valorización más profunda del UCO a través de la ruta HEFA, complementada con otras materias primas, tales como grasas animales y otros aceites oleaginosos, lo que permitiría ampliar la disponibilidad de SAF a nivel país en el mediano plazo. No obstante, incluso en los escenarios base y medio, la destinación del UCO recolectado a la producción de SAF a partir del coprocesado representa un aporte concreto a la transición energética del transporte aéreo, contribuyendo de manera incremental a la reducción de emisiones del sector sin requerir esfuerzos adicionales sustanciales.

Finalmente y en términos relativos, **la producción estimada de 99 millones de litros anuales de SAF**, correspondiente al escenario optimista a través de la ruta HEFA y una

configuración de planta orientada a maximizar la producción de SAF, adquiere mayor significado cuando se contrasta con distintos indicadores del sistema aeronáutico nacional:

- Desde la perspectiva de la capacidad de producción nacional, equivalente a 935 millones de litros/año de combustible fósil actualmente producidos en el país, este volumen podría representar aproximadamente un 10,5% de la producción nacional de combustibles de aviación.
- Este volumen de SAF permitiría abastecer el consumo asociado al transporte de aproximadamente 2,5 millones de pasajeros aéreos, considerando un consumo promedio de casi 40 litros de combustible por pasajero (OACI, 2025). La sustitución de 99 millones de litros de combustible de aviación convencional por SAF implicaría una reducción estimada de emisiones de aproximadamente 260 ktCO₂e⁵⁵.

5.2. Identificación de los principales impulsores del mercado de la recolección y comercialización de UCO

Este subcapítulo identifica los principales factores que pueden impulsar el desarrollo del mercado del UCO más allá del aumento de su recolección, poniendo el foco en las condiciones que permiten su comercialización y valorización, especialmente en aplicaciones de mayor valor agregado. A diferencia del subcapítulo 4.2, que analiza en detalle las barreras estructurales y las medidas necesarias para mejorar la captación del residuo, este apartado se concentra en dos impulsores de mercado que condicionan su integración efectiva en cadenas de valor locales.

En el contexto internacional, uno de los principales impulsores es la **creciente valorización del UCO como materia prima para la producción de biocombustibles avanzados**, en particular SAF y HVO, además del biodiésel. La expansión de estos mercados ha incrementado la demanda por materias primas residuales que permitan demostrar reducciones significativas de emisiones y evitar la competencia con usos alimentarios. En este marco, el carácter residual del UCO y su contribución a esquemas de economía circular refuerzan su atractivo en mercados regulados y en estrategias de descarbonización del transporte.

Desde un punto de vista técnico, Chile cuenta con potencial para participar en estas dinámicas. Existe un potencial de UCO, concentrado principalmente en los sectores comercial e industrial, junto con capacidades locales de transformación aún de baja escala y otras orientadas a demostrar la factibilidad técnica de ciertas rutas de valorización. Estas incluyen experiencias de coprocesamiento en refinería y aplicaciones industriales en productos oleoquímicos. En conjunto, estas iniciativas evidencian que el UCO puede integrarse en cadenas productivas locales, siempre que existan condiciones de mercado que respalden su continuidad y posterior escalamiento.

No obstante, el desarrollo de un mercado interno de combustibles alternativos enfrenta restricciones estructurales de carácter económico. El mercado internacional ofrece actualmente señales de demanda y condiciones más atractivas que el mercado nacional, lo que ha orientado la mayor parte del UCO recolectado formalmente hacia la exportación.

⁵⁵ La estimación de reducción de emisiones se basa en la comparación de factores de emisiones del ciclo de vida entre combustible de aviación convencional (Jet-A) y SAF producido vía HEFA a partir de UCO, utilizando valores por defecto de CORSIA de 89 y 13,9 gCO₂e/MJ, respectivamente. Para el cálculo se consideró el contenido energético de cada combustible: 34,7 MJ/L para Jet-A y 33,5 MJ/L para SAF (Sari, 2025).

Esta situación limita la disponibilidad de materia prima para usos locales y dificulta la formación de una demanda interna capaz de absorber volúmenes relevantes bajo condiciones competitivas.

En este contexto, la **certificación de la sostenibilidad del UCO** constituye un impulsor relevante en la medida en que habilita el acceso a mercados regulados y reduce riesgos asociados a la valorización del residuo. Tal como se analizó en el subcapítulo 4.2, la trazabilidad y la certificación presentan actualmente brechas importantes en Chile, por lo que, desde la perspectiva del mercado, este factor debe entenderse como una condición habilitante, pero no suficiente, para el desarrollo de usos locales de mayor valor agregado.

Sobre esta base, el fortalecimiento de la certificación de sostenibilidad, junto con la existencia de capacidades locales de transformación, puede facilitar la integración del UCO en cadenas locales de valorización. No obstante, esta integración no garantiza por sí sola el desarrollo de un mercado para los productos derivados. Para que la valorización local resulte viable y sostenible en el tiempo, es indispensable generar señales de demanda en el mercado nacional, ya sea a través de decisiones de política pública, marcos regulatorios sectoriales o compromisos de consumo, que permitan absorber estos productos y reduzcan la dependencia de la exportación como destino principal.

En conjunto, el análisis muestra que, en su estado actual, el mercado del UCO en Chile no presenta de forma estructurada ni consolidada los impulsores de mercado necesarios para su desarrollo, particularmente en lo que respecta a la valorización local. Si bien el reconocimiento del UCO como materia prima sostenible se encuentra instalado a nivel internacional, su desarrollo en el contexto nacional depende de la generación de estos impulsores, alineando señales de demanda, condiciones económicas y capacidades técnicas con los objetivos de economía circular, desarrollo productivo y transición energética del país.



6.

RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS

6. Recomendaciones de políticas públicas

El análisis desarrollado a lo largo de este estudio permite identificar un conjunto de condiciones estructurales que limitan el aprovechamiento efectivo del UCO en Chile como materia prima para la producción de SAF y HVO. Estas condiciones se manifiestan en tres planos complementarios:

En el plano normativo, el UCO se encuentra sujeto a las disposiciones generales de la Ley REP (Ley N° 20.920), al Código Sanitario (DFL N° 725 de 1968) y al Reglamento del RETC (DS N° 1 de 2013), pero no cuenta con una regulación específica que lo reconozca como flujo de interés estratégico ni con metas formales de recolección o valorización.

En el plano operativo, la trazabilidad es fragmentada: el umbral de doce toneladas anuales que activa la obligación de declaración en SINADER excluye a una fracción relevante de generadores y recolectores, la infraestructura de recolección es insuficiente, especialmente en el segmento domiciliario, y persiste un mercado informal que distorsiona precios y limita la confiabilidad del flujo para usos energéticos de mayor valor.

En el plano de mercado, la ausencia de compromisos de demanda doméstica de largo plazo, tanto por parte de ENAP como refinería procesadora, como de las aerolíneas que operan en el país, explica que el UCO recolectado formalmente en Chile se oriente mayoritariamente a la exportación, a pesar de que el presente estudio demuestra un potencial de producción nacional de SAF a partir de UCO de entre 1 y 99 millones de litros/año en función del escenario de recolección, la ruta tecnológica de transformación y la configuración de planta.

Este potencial adquiere relevancia estratégica en el contexto internacional. La demanda global de UCO certificado para la producción de SAF y HVO crece a una tasa compuesta de 7% anual (Coherent Market Insights, 2026), y las proyecciones indican que la demanda de lípidos para la ruta HEFA podría alcanzar entre 100 y 120 millones de toneladas métricas anuales hacia 2035, cifra significativamente superior a la oferta identificada en los mercados consolidados (S&P Global, 2026). En este escenario de escasez estructural de materia prima, cada fuente de UCO trazable constituye un activo estratégico de alto valor, y Chile, con un potencial estimado de 143 kt/año de UCO, tiene la oportunidad de posicionarse como un actor relevante en la cadena de suministro de SAF a escala nacional e internacional. Sin embargo, aprovechar esa oportunidad requiere superar simultáneamente brechas regulatorias, operativas y de mercado que no se resuelven de manera aislada.

En este contexto, el presente capítulo propone un conjunto de nueve recomendaciones de política pública organizadas en tres bloques temáticos complementarios. El **Bloque A**, de gobernanza y coordinación institucional, establece las condiciones sin las cuales ninguna de las demás intervenciones puede operar de manera articulada: define quién lidera, cómo se coordina y qué capacidades técnicas se requieren para implementar el sistema. El **Bloque B**, de recolección, trazabilidad y regulación, aborda las brechas operativas de la cadena de suministro del UCO: desde la formalización del segmento HORECA e industrial hasta la construcción del sistema de información que conecta el UCO chileno con los mercados internacionales certificados. El **Bloque C**, de demanda, producción y señales de mercado, cierra la lógica del capítulo: sin compradores institucionales locales y sin mecanismos de financiamiento que reduzcan el riesgo de inversión, las mejoras en la oferta de UCO podrían no traducirse en producción nacional de combustibles sostenibles.

La estructura en bloques responde también a una lógica de complementariedad entre dimensiones. Las medidas del Bloque A facilitan la coordinación que hace más efectivos los instrumentos de los bloques siguientes. Las medidas del Bloque B generan datos operativos y actores formalizados que potencian el impacto de las medidas del Bloque C. Cada bloque aporta valor de manera independiente, y su implementación parcial o secuenciada sigue siendo útil aunque no todas las medidas avancen simultáneamente.

Las recomendaciones se organizan en dos horizontes temporales dentro de cada bloque. Las medidas de corto plazo, con horizonte 2027–2030, identifican acciones concretas que pueden iniciarse con los marcos institucionales existentes y que generan valor independientemente de cuántas se implementen en paralelo. Las medidas de mediano plazo, con horizonte 2030–2035, apuntan a consolidar el marco regulatorio, crear condiciones de mercado favorables a la valorización local y fortalecer la arquitectura institucional de la cadena UCO-SAF. La Tabla 20 sintetiza las nueve recomendaciones propuestas, su horizonte de implementación y su categoría de intervención en el marco de economía circular.

Tabla 20. Mapa de recomendaciones de política pública para la cadena UCO-SAF en Chile. (Fuente: elaboración propia para este estudio, HInicio).

Bloque	Horizonte	Código	Recomendación	Categoría de economía circular
A: Gobernanza	Corto 2027–2030	R1	Esquema de gobernanza interinstitucional	Regulación/ Capacidades
	Corto 2027–2030	R2	Fortalecimiento de capacidades y transferencia de conocimiento	Capacidades/ Cooperación
B: Recolección	Corto 2027–2030	R3	Acuerdo de Producción Limpia (APL) sectorial HORECA-UCO con ruta alternativa de obligatoriedad	Regulación/ Incentivos
	Corto 2027–2030	R4	Sistema nacional de trazabilidad UCO con equivalencia ISCC (ver subcapítulo R4, Bloque B)	Cooperación/ Regulación
	Corto 2027–2030	R5	Infraestructura domiciliaria y rol articulador de los municipios	Cultura ciudadana/ Regulación
	Mediano 2030–2035	R6	Reglamentación UCO: Ley REP y norma INN	Regulación
C: Demanda	Corto 2027–2030	R7	Coprocesado en ENAP como política de transición explícita	Incentivos/ Regulación
	Mediano 2030–2035	R8	Compras públicas, instrumentos de demanda de SAF y control del tankering (explicado en el subcapítulo 6.3.2)	Incentivos/ Regulación
	Mediano 2030–2035	R9	Financiamiento climático estructurado	Incentivos/ Cooperación

Es importante precisar el alcance de estas recomendaciones: su objetivo central es fortalecer la cadena de suministro del UCO como materia prima para la producción de SAF y HVO en Chile. No abordan, por tanto, el conjunto más amplio de políticas necesarias para el despliegue de la industria SAF en el país, incluyendo otras materias primas, rutas tecnológicas alternativas o la infraestructura logística de distribución de combustible en aeropuertos, que son objeto de la Hoja de Ruta SAF 2050 y de la segunda edición del Plan de Acción para reducir las emisiones de CO₂ provenientes de la Aviación Civil Internacional. Lo que este capítulo propone es la operacionalización de esa hoja de ruta en lo específico a la cadena UCO, que el Estudio de Factibilidad SAF de la OACI identifica como la materia prima prioritaria para el despliegue temprano de SAF en Chile antes de 2030.

6.1. Bloque A - Gobernanza y coordinación institucional

Las medidas de gobernanza tienen por objeto establecer las condiciones institucionales sin las cuales ninguna de las demás intervenciones puede operar de manera coordinada y sostenida. La experiencia internacional analizada en el capítulo 1 muestra de manera consistente que los sistemas de recolección y valorización de UCO que han alcanzado tasas de captura elevadas, como Corea del Sur con un 78-98% en el sector comercial, o los esquemas europeos con trazabilidad consolidada, comparten un elemento común: una institucionalidad clara con roles, responsabilidades y mecanismos de coordinación bien definidos. En ausencia de esa institucionalidad, los instrumentos regulatorios tienden a aplicarse de manera inconsistente entre organismos y territorios, y las brechas de información persisten porque nadie tiene la responsabilidad de cerrarlas.

Este bloque propone dos recomendaciones complementarias: **el diseño del esquema de gobernanza interinstitucional**, que establece la arquitectura de coordinación, y **el fortalecimiento de capacidades y transferencia de conocimiento**, que asegura que los actores que integran esa arquitectura cuenten con la información técnica y los vínculos de colaboración necesarios para ejercer sus roles, aspectos que se desarrollan en detalle en la recomendación R2.

6.1.1. R1. Diseño del esquema de gobernanza interinstitucional para el UCO

El primer paso para el desarrollo de una política pública coherente en materia de UCO es la definición de un esquema de gobernanza que establezca con claridad quién lidera la gestión del UCO, qué decisiones son vinculantes y cómo se sostiene la coordinación entre instituciones. El UCO involucra simultáneamente a organismos con competencias sobre gestión de residuos, salud pública, energía, aviación, territorio y educación, lo que hace de la gobernanza un prerequisite funcional del sistema y no un elemento secundario de su diseño. Sin un espacio de coordinación con autoridad real, las demás recomendaciones de este capítulo tienden a implementarse de manera fragmentada, perdiendo la complementariedad que les da sentido.

El esquema propuesto contempla cinco elementos mínimos:

1. **El primero es la identificación de una autoridad rectora** con mandato político explícito a nivel de Subsecretaría. Este rol correspondería al Ministerio de Energía, dado que el objetivo central de la cadena de suministro del UCO en este contexto es la producción de un combustible estratégico, SAF y HVO, enmarcada en los compromisos de descarbonización del sector energético establecidos en la Estrategia Climática de Largo Plazo y en coherencia con la Hoja de Ruta SAF 2050.

El liderazgo del Ministerio de Energía no excluye la participación activa del Ministerio del Medio Ambiente, cuya competencia sobre la gestión de residuos y el diseño de instrumentos de la Ley REP es indispensable para la formalización de la cadena de suministro del UCO, ni la del Ministerio de Salud, en lo relativo a las condiciones sanitarias, manejo y disposición de residuos y resguardo de la salud pública, sino que establece el foco estratégico desde el cual se articulan los demás organismos.

2. **El segundo elemento es la composición de la mesa interinstitucional**, que debe incluir a los organismos con competencia directa sobre la cadena de valor del UCO y sobre los mercados de destino del combustible que produce, organizados por ámbito:
 - **Energético y de aviación:** la AgenciaSE, en su calidad de organismo ejecutor de políticas del Ministerio de Energía y secretaría técnica de la mesa, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), en su calidad de organismo gestor de los Acuerdos de Producción Limpia, ENAP y el programa Vuelo Limpio. La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) en su calidad de autoridad competente en materia de certificación normativa técnica y seguridad operacional para la incorporación de SAF en aviación. La Junta Aeronáutica Civil (JAC), como autoridad aeronáutica civil y además como integrante del programa Vuelo Limpio, aporta desde la política aerocomercial, la articulación con aerolíneas y el alineamiento con compromisos internacionales, en coordinación con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), en su rol coadyuvante en la implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050 y en la identificación de la regulación habilitante para el desarrollo de los SAF en Chile, conforme al Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transporte.
 - **Gestión de residuos y la fiscalización:** el Ministerio del Medio Ambiente, la SMA y el Ministerio de Salud.
 - **Desarrollo industrial y fomento productivo:** el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, para articular los instrumentos de CORFO y el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC) con los objetivos de la cadena UCO-SAF.
 - **Territorial y educativo:** municipios representativos de distintas tipologías territoriales y el Ministerio de Educación.
 - **Privado:** gremios del sector HORECA, importadores y distribuidores de aceite de cocina, y gestores de UCO formalmente registrados en el RETC.
3. **El tercer elemento es que la mesa opere con capacidad de acuerdo en materias clave**, de modo que sus recomendaciones técnicas tengan peso suficiente para orientar las decisiones de los organismos con atribuciones formales: la aprobación del diseño del APL descrito más adelante en R3 (Bloque B), la validación de la propuesta de reducción del umbral de reporte en el RETC, la emisión de recomendaciones técnicas sobre el diseño del decreto de obligatoriedad del segmento HORECA e industrial, la validación del contenido técnico de la norma de calidad UCO que se propone desarrollar vía INN, y la aprobación del Plan de Acción UCO-SAF Chile 2027–2030 descrito en el subcapítulo 6.4. Sin carácter vinculante en estas materias, la mesa se convierte en un espacio de intercambio de información sin capacidad de producir los instrumentos que el sistema requiere.

4. **El cuarto elemento es un mecanismo de rendición de cuentas**, con sesiones plenarias semestrales de actas públicas y un tablero de indicadores del sistema de recolección actualizado trimestralmente. Este tablero consolida los datos del RETC-SINADER, los registros de exportación de UCO y los certificados activos en Chile, y es el insumo principal para el seguimiento del progreso hacia los escenarios de recolección definidos en el capítulo 4.
5. **El quinto elemento es el financiamiento estable de la secretaría técnica, radicada en la AgenciaSE**, en su calidad de organismo ejecutor de políticas públicas del Ministerio de Energía. Se recomienda que el Ministerio de Energía asegure una asignación presupuestaria continua para esta función dentro de su presupuesto institucional, de modo que la operación de la secretaría técnica no quede sujeta a la disponibilidad de programas específicos año a año. La AgenciaSE cuenta con la experiencia técnica y los vínculos sectoriales necesarios para ejercer este rol, articulando las alianzas entre organizaciones públicas, privadas e internacionales que el sistema UCO-SAF requiere. La ASCC, por su parte, actúa como soporte operativo para la gestión del APL descrito en R3, en ejercicio de su mandato legal sobre los APL conforme al artículo 10° de la Ley 20.416, manteniendo una relación de colaboración estrecha con la secretaría técnica sin asumir su conducción.

Se recomienda que la constitución de la mesa interinstitucional sea el primer acto formal del proceso de implementación de este capítulo, idealmente antes del primer trimestre de 2027. Entre sus primeros entregables se sugiere el desarrollo de un documento de orientación estratégica para la cadena UCO-SAF, cuyas características se describen en el subcapítulo 6.4, que operacionalice las recomendaciones de este capítulo con metas anuales, actores responsables y presupuestos estimados.

6.1.2. R2. Fortalecimiento de capacidades y transferencia de conocimiento

El desarrollo efectivo de una política pública en materia de UCO requiere no solo una institucionalidad coordinada, sino actores, públicos, privados y académicos, que cuenten con la información técnica, los vínculos de colaboración y la comprensión de costos y plazos necesarios para tomar decisiones fundamentadas. Esta recomendación responde a una necesidad identificada durante el proceso de elaboración de este estudio y confirmada en el Estudio de Factibilidad SAF de la OACI: para que la cadena UCO-SAF avance en Chile, los actores del ecosistema necesitan información técnica confiable sobre costos, plazos y viabilidad económica, no solo sobre potencial de recolección, dado que una nueva industria se moviliza en la medida en que los actores identifican un caso de negocio sólido. El fortalecimiento de capacidades apunta precisamente a construir ese caso.

Esta recomendación se estructura en cuatro líneas de acción complementarias.

(i) Línea 1: Diseminación de resultados y empoderamiento institucional

La mesa interinstitucional de R1 tiene como primera tarea operativa la difusión activa de los resultados de este estudio entre las instituciones que participan en su gobernanza y entre los actores del ecosistema SAF en Chile, incluyendo líneas aéreas, operadores aeroportuarios, el programa Vuelo Limpio y ENAP. Esta difusión no consiste en la circulación del informe, sino en la realización de sesiones técnicas adaptadas a cada tipo de actor, en las que los datos de potencial de generación, los escenarios de recolección y las estimaciones de producción de SAF y HVO se presenten en el lenguaje y con el nivel

de detalle relevante para las decisiones que ese actor debe tomar. La AgenciaSE, como secretaría técnica de la mesa, sería responsable de diseñar y ejecutar este programa de diseminación durante 2027 y 2028, con seguimiento de cobertura institucional como indicador de avance.

(ii) Línea 2: Información de costos y plazos para la toma de decisiones de inversión

Una de las barreras más concretas identificadas por los actores del ecosistema SAF en Chile es la ausencia de información confiable sobre cuánto cuesta implementar las tecnologías de valorización del UCO y en qué plazos pueden estar operativas. El presente estudio no incluye un análisis tecno-económico detallado, pero sus resultados proveen la base para encargarlo. Se sugiere que la mesa interinstitucional considere encargar un estudio de costos y plazos de implementación que cubra al menos dos escenarios: el coprocesado progresivo en las refinerías de ENAP, con estimación del costo incremental por tonelada de UCO procesada, el diferencial respecto al combustible convencional y los plazos de adecuación operativa a partir de la experiencia de 2025; y una planta HEFA dedicada de escala mínima viable para Chile, con estimación de inversión de capital, costos operativos unitarios, fuentes de financiamiento aplicables y plazo hasta la primera producción certificada. Se recomienda que este estudio sea producido en colaboración con ENAP, con apoyo metodológico de organismos como la IEA Bioenergy Task 39 o el programa ACT-SAF de la OACI, y sus resultados deben ser públicos y de libre acceso para todos los actores del ecosistema. La certeza sobre costos y plazos es el insumo que convierte la viabilidad técnica demostrada por este estudio en decisiones de inversión concretas.

(iii) Línea 3: Programa de investigación aplicada en combustibles sostenibles de aviación

Se recomienda que la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) abra una línea concursable específica para grupos de trabajo inter-universitarios en combustibles sostenibles de aviación, con financiamiento para proyectos de dos a cuatro años que incluyan como área prioritaria la cadena UCO-SAF. Dentro de este programa, las líneas específicas sobre UCO que se podrían priorizar son: caracterización físico-química del UCO chileno por segmento de origen y su aptitud para distintas rutas de conversión, incluyendo coprocesado y HEFA; análisis de ciclo de vida y huella de carbono del UCO nacional bajo metodologías CORSIA y RED III, con el objetivo de generar los valores de intensidad de carbono verificables que los mercados internacionales exigen; y diseño y evaluación de sistemas de recolección y pretratamiento adaptados a la geografía y estructura del mercado chileno, incluyendo modelos logísticos para zonas de baja densidad.

Cabe señalar que el precedente institucional existe: ANID ya financia centros de excelencia vinculados al hidrógeno verde, y el SAF como derivado estratégico de esa cadena puede justificar una extensión temática de ese programa. Los grupos de trabajo deben incluir la participación de actores industriales como contraparte, de modo que la investigación esté orientada a preguntas con aplicación directa en las decisiones del sector privado y del Estado.

(iv) Línea 4: Colaboraciones internacionales

Entre las primeras tareas de la mesa interinstitucional se recomienda identificar y formalizar colaboraciones con entidades internacionales que puedan acelerar el desarrollo de

capacidades técnicas e institucionales en la cadena UCO-SAF en Chile. Se identifican cuatro colaboraciones prioritarias con distinto perfil de contribución:

- La primera es el programa **ACT-SAF de la OACI**, que provee asistencia técnica para el desarrollo de estudios de implementación industrial como paso posterior al estudio de factibilidad. Chile ya cuenta con este acceso pactado, lo que constituye una ventaja concreta respecto a otros países de la región: la mesa interinstitucional debe activar formalmente ese compromiso durante 2027 y definir los términos de referencia del estudio de implementación.
En paralelo, la plataforma **Finvest Hub de la OACI** conecta los proyectos de descarbonización de la aviación con inversores públicos y privados a escala global, y puede utilizarse como canal complementario para presentar los proyectos chilenos ante financiadores multilaterales como el BID Invest o la IFC, aunque el acceso a estos no está condicionado exclusivamente a Finvest Hub: los proyectos pueden presentarse directamente a cada institución financiera en función de sus ventanillas de inversión climática.
- La segunda es **Conexão SAF de Brasil**, la plataforma que articula la cadena UCO-SAF en ese país con participación de Ecopetrol, LATAM Airlines, BID Invest y el gobierno federal brasileño, y que constituye el referente latinoamericano más cercano en términos de estructura industrial y contexto regulatorio. Una colaboración formal con Conexão SAF permitiría a Chile aprender de las estructuras contractuales específicas del ecosistema SAF, incluyendo cláusulas vinculadas a obligaciones de mezcla aún no vigentes, mecanismos *book-and-claim* para reporte bajo CORSIA y esquemas de *price floor* adaptados a incentivos fiscales variables, de la experiencia acumulada en la identificación de las particularidades propias de la cadena UCO-SAF latinoamericana que la región deberá plantear en los procesos de revisión periódica del estándar ISCC y de las estructuras de financiamiento climático que ese ecosistema ha desarrollado.
- La tercera es la **IEA Bioenergy Task 39**, que produce análisis técnicos comparados sobre rutas de producción de biocombustibles para aviación y que puede proveer metodologías para el estudio de costos y plazos descrito en la línea 2.
- La cuarta es la **red de certificadoras ISCC** con presencia en América Latina, cuya incorporación como participante técnico de la mesa interinstitucional, sin rol decisorio, sino como referente de estándares, puede acelerar el proceso de diseño del sistema nacional de trazabilidad descrito en R4.

El seguimiento del bloque de gobernanza y capacidades podría realizarse mediante cinco indicadores al año 2028:

- la mesa interinstitucional constituida y con al menos dos sesiones plenarias realizadas con actas públicas;
- el Plan de Acción UCO-SAF Chile 2027–2030 aprobado por la mesa y publicado;
- el programa de diseminación de resultados ejecutado con cobertura de al menos ocho instituciones del ecosistema SAF;
- el estudio de costos y plazos de implementación encargado y con términos de referencia publicados; y
- al menos una colaboración internacional formalizada mediante carta de entendimiento o protocolo de colaboración.

6.2. Bloque B - Recolección, trazabilidad y regulación

Las medidas de este bloque abordan las brechas operativas de la cadena de suministro del UCO en Chile: la formalización del sistema de recolección en el segmento de mayor potencial, la construcción de un sistema de información que conecte el UCO chileno con los mercados internacionales certificados, el fortalecimiento de la infraestructura de recolección domiciliaria con un rol articulador explícito para los municipios, y la arquitectura regulatoria de largo plazo que consolida la obligatoriedad y los estándares técnicos del sistema. Estas cuatro recomendaciones son interdependientes: el APL genera los datos y los actores organizados que el sistema de trazabilidad necesita para ser verificable; el sistema de trazabilidad provee la información que la reglamentación de mediano plazo necesita para fijar metas técnicamente sustentadas; y la infraestructura domiciliaria solo puede escalar si los municipios tienen el respaldo regulatorio y los mecanismos de financiamiento que la reglamentación habilita.

El avance coordinado de estas recomendaciones, dentro del marco de gobernanza descrito en el Bloque A, favorece la transición desde una cadena UCO fragmentada e informal hacia un sistema de suministro trazable, certificable y apto para la producción nacional de combustibles sostenibles.

6.2.1. R3. Acuerdo de Producción Limpia sectorial HORECA-UCO con ruta alternativa de obligatoriedad

Reconocido por la Ley N° 20.416 de 2010 y gestionado por la ASCC, el APL opera como un convenio voluntario en que las empresas adherentes se comprometen a cumplir metas de mejora ambiental en un plazo definido, al cabo del cual pueden optar al Sello APL como reconocimiento de su cumplimiento. Su uso como paso previo a la obligatoriedad tiene precedente directo en Chile: el APL de neumáticos fuera de uso, firmado en 2018 con Chile Neumáticos y suscrito por los ministerios del Medio Ambiente, Energía y CORFO, fue el instrumento que permitió al sector generar capacidad de cumplimiento, validar modelos de gestión y acumular datos reales antes de la entrada en vigor del Decreto Supremo N° 8 de 2019, que fijó las metas REP para neumáticos.

En este contexto, el APL es el instrumento más adecuado para iniciar la formalización y expansión del sistema de recolección de UCO en el sector HORECA. Es importante precisar que el sector HORECA ya cuenta con una base operativa de recolección formal: actores como Rendering, Recy-Oils y Bioils tienen cobertura nacional, y cinco empresas recolectoras cuentan con certificación ISCC activa, como se documenta en la Tabla 12 del capítulo 2. El APL no busca construir un sistema desde cero, sino consolidar y expandir esa base existente, incorporando a los establecimientos generadores que aún no participan del circuito formal y conectando la operación de recolección con los requisitos técnicos de trazabilidad que exige el mercado internacional de SAF y HVO.

El diagnóstico desarrollado en este estudio constituye el insumo técnico para iniciar la etapa de gestación del APL. Los datos de generación y recolección por segmento ya disponibles permiten que la ASCC, en su calidad de organismo gestor de los APL, en coordinación con el MMA, el Ministerio de Energía y el MINSAL, inicie la negociación del acuerdo con las asociaciones gremiales del sector HORECA durante el 2026 o el 2027. En este proceso se recomienda incorporar a organismos públicos con competencias complementarias, como la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), en su calidad de referente técnico sobre la cadena de aceites vegetales, y la División de Economía Circular del Ministerio del Medio

Ambiente. Asimismo, la participación de municipios piloto en el proceso de adhesión, especialmente aquellos con barrios gastronómicos de alta concentración, permitirá validar el modelo de articulación territorial antes de su escalamiento nacional.

El proceso APL se desarrolla en cuatro etapas:

- gestación, en que se formula la propuesta y se firma el acuerdo con los organismos públicos;
- adhesión, en que los establecimientos se incorporan voluntariamente y elaboran su plan de implementación;
- implementación, que abarca la ejecución del plan con seguimiento técnico de la ASCC y reporte periódico en la plataforma SINADER del RETC; y
- certificación, que culmina con auditoría final, Sello APL y la entrega de un informe consolidado cuyos datos proveen la base técnica para eventuales decisiones regulatorias de mediano plazo, incluyendo el diseño de instrumentos de obligatoriedad si la institucionalidad competente así lo determina.

El plan de implementación de cada establecimiento adherido debería incorporar los pasos necesarios para que el UCO recolectado pueda acceder a certificación de sostenibilidad reconocida internacionalmente. Esto implica identificar al gestor certificado que recibirá el residuo, validar el protocolo de almacenamiento y entrega contra los requisitos del Documento de Transferencia descrito en R4, y documentar el proceso de modo que la cadena de custodia quede trazada desde el punto de generación hasta el gestor receptor. La ASCC, como organismo responsable de la gestión del APL, es responsable de elaborar una guía práctica de certificación de sostenibilidad para establecimientos HORECA adheridos, adaptada a los esquemas de certificación reconocidos internacionalmente y a los requerimientos del sistema nacional de trazabilidad del RETC.

Las metas propuestas para el APL son tres:

- Establecer una tasa de recolección formal del segmento HORECA, medida sobre el potencial estimado de generación del sector identificado en el subcapítulo 4.1, con una meta progresiva hacia 2030. Se recomienda que dicha meta se sitúe en torno al 45%, valor que la institucionalidad competente podrá ajustar en función de la línea de base disponible al momento de implementación.
- Garantizar que la totalidad de los establecimientos adheridos cuenten con reporte activo y actualizado en el RETC, incluyendo el registro del gestor autorizado receptor del UCO y el volumen entregado por período.
- Validar y adoptar un protocolo estándar de almacenamiento, separación y entrega de UCO compatible con los requisitos técnicos de los esquemas de certificación de sostenibilidad reconocidos internacionalmente, cuyo contenido mínimo se describe en R4.

El APL debe contemplar tres segmentos de actores complementarios: los importadores y distribuidores de aceite de cocina, que tienen conocimiento directo de los volúmenes comercializados y de los puntos de generación del residuo; los establecimientos consumidores del sector HORECA, que son los principales generadores; y los gestores UCO formalmente registrados en el RETC, que articulan entre la generación y la valorización. La ASCC coordina el proceso con el apoyo técnico de la AgenciaSE en lo relativo a los aspectos energéticos y de sostenibilidad de la cadena UCO-SAF. La incorporación temprana de grandes generadores con experiencia previa en sistemas de

gestión ambiental certificados, incluyendo cadenas de comida rápida con presencia nacional que ya operan con gestores certificados ISCC, representa una oportunidad concreta para demostrar la viabilidad del modelo y generar referentes para la adhesión de establecimientos de menor escala.

Ruta alternativa de obligatoriedad

Una limitación relevante de los instrumentos voluntarios es que su efectividad depende de la adhesión del sector, la cual no puede garantizarse a priori. Por ello, el diseño del APL debe contemplar una ruta alternativa hacia instrumentos de obligatoriedad, que se active en caso de que la adhesión voluntaria resulte insuficiente. Si hacia 2028 los indicadores de desempeño del APL mostraran una adhesión insuficiente, la institucionalidad competente podría evaluar avanzar hacia instrumentos de mayor obligatoriedad, como el decreto sectorial descrito en R6. Los umbrales deberían ser definidos en función de la línea base que arroje el RETC durante su fase inicial de implementación; a modo referencial, podrían situarse en el orden del 30% y 40% respectivamente, aunque los valores definitivos deberán establecerse una vez disponible dicha información. Esta cláusula busca que el APL funcione como un instrumento de transición gradual, reconociendo que el avance del sistema no depende exclusivamente de la adhesión voluntaria.

Los criterios de evaluación del desempeño del APL deben quedar establecidos en el texto del propio acuerdo, de modo que todos los actores adherentes conozcan desde el inicio las condiciones bajo las cuales la institucionalidad competente podría evaluar avanzar hacia instrumentos de mayor obligatoriedad.

La participación activa en el esquema voluntario ofrece al sector privado una oportunidad concreta: contribuir al diseño de los estándares y metas que estructurarán la gestión del UCO en Chile. A través del APL, los establecimientos HORECA y los operadores de recolección pueden negociar metas graduales, proponer estándares operacionales adaptados a su realidad logística y contribuir a definir los indicadores de seguimiento. En ese sentido, el esquema voluntario representa una instancia temprana y relevante en que el sector puede participar activamente en la construcción del marco que lo regirá en el futuro.

6.2.2. R4. Sistema nacional de trazabilidad UCO con equivalencia a estándares internacionales

La trazabilidad del UCO a lo largo de toda la cadena de valor es la condición técnica que determina si el aceite recolectado en Chile puede acreditar su origen residual y el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad exigidos ante compradores internacionales, acceder a incentivos regulatorios vinculados a la producción de SAF y HVO, y contribuir de manera verificable a los objetivos de descarbonización, nacionales e internacionales. Sin una cadena de custodia documentada desde el punto de generación hasta el destino de valorización, el UCO chileno no puede diferenciarse del aceite virgen fraudulentamente declarado como residuo, práctica que los mercados europeos y estadounidenses han identificado como uno de los principales riesgos sistémicos del sector, como documenta el capítulo 1 de este estudio.

Esta recomendación propone el diseño e implementación de un sistema nacional de trazabilidad del UCO operado dentro de la infraestructura existente del RETC y administrado por el Ministerio del Medio Ambiente, con equivalencia técnica reconocida por

los principales esquemas de certificación de sostenibilidad internacionales. Construir el sistema sobre la infraestructura pública del RETC, y no sobre un esquema de certificación internacional directamente, obedece a una razón de fondo: un sistema de trazabilidad nacional gestionado públicamente tiene cobertura universal sobre todos los flujos de UCO en Chile, independientemente de su destino final, lo que incluye tanto el UCO exportado para producción de biocombustibles como el que se destina a jabones, biolubricantes, coprocesamiento nacional u otros usos industriales. Los esquemas de certificación de sostenibilidad internacionales validados actúan como una capa adicional de verificación para los operadores que acceden a mercados internacionales de SAF y HVO. El sistema nacional de trazabilidad en el RETC cumple una función distinta y complementaria: provee al Estado visibilidad sobre la totalidad de los flujos de UCO en el país, incluyendo aquellos destinados al mercado doméstico que no requieren certificación internacional. Para los operadores que sí deben certificarse internacionalmente, contar con los datos de trazabilidad ya registrados en el RETC simplifica el proceso de auditoría, reduciendo la carga administrativa en lugar de duplicarla. En el mediano plazo, la obligatoriedad de declaración en el RETC, que R4 propone ampliar progresivamente, garantiza la cobertura del sistema con independencia de los incentivos de mercado.

La implementación del sistema requiere cinco componentes articulados:

(i) Componente 1: Actores del sistema y sus roles

El sistema de trazabilidad involucra cuatro categorías de actores con roles y obligaciones diferenciadas:

- **Los generadores** como los establecimientos HORECA, industria alimentaria y hogares, son responsables de la separación en origen, el almacenamiento en contenedor adecuado y la entrega exclusiva a gestores registrados en el RETC.
- **Los gestores de primer nivel** son las empresas recolectoras que retiran el UCO directamente desde los puntos de generación; deben estar registrados en el Registro Nacional de Gestores UCO descrito en el Componente 2, emitir el Documento de Transferencia en cada retiro y declarar volúmenes y destinos en SINADER con periodicidad mensual.
- **Los gestores de segundo nivel** o agregadores consolidan volúmenes desde múltiples recolectores antes de su valorización o exportación; están sujetos a las mismas obligaciones de registro y reporte que los gestores de primer nivel, y adicionalmente deben mantener un balance de masa verificable entre los volúmenes recibidos y los volúmenes transferidos o valorizados.
- **Las plantas de valorización y exportadores** son los destinatarios finales del UCO dentro del sistema; deben declarar los volúmenes recibidos, el proceso de valorización aplicado y el producto obtenido, cerrando el ciclo de trazabilidad desde la generación hasta el uso final. Esta distinción por niveles es relevante porque los esquemas de certificación internacional exigen documentación diferenciada para cada eslabón de la cadena de custodia, y porque permite al sistema identificar en qué punto se producen pérdidas de trazabilidad o inconsistencias en los balances de masa declarados.

(ii) Componente 2: Reducción del umbral de declaración y Registro Nacional de Gestores UCO

El umbral de declaración obligatoria para generadores de UCO está actualmente establecido en doce toneladas anuales por el artículo 25 del DS N° 1 de 2013, lo que excluye a una fracción significativa de establecimientos HORECA de tamaño mediano y pequeño. Se propone una reducción progresiva en dos etapas: a seis toneladas anuales en 2027, en línea con los esfuerzos que actualmente se están realizando, identificados en las entrevistas y mencionado en el subcapítulo 4.2, y a una tonelada anual en 2029, implementable mediante instrucción técnica de la SMA en el marco de sus facultades de fiscalización de la Ley N° 20.920, sin requerir modificación legal. Como referencia, España exige el registro desde una tonelada anual bajo la Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados, y el propio estándar ISCC establece que la auditoría del punto de origen es obligatoria cuando el recolector o agregador supera cinco toneladas anuales.

Complementariamente, se propone la creación de un Registro Nacional de Gestores UCO dentro del RETC, que establezca los requisitos mínimos para que un operador pueda emitir documentos de trazabilidad válidos: vehículo o contenedor habilitado para el transporte de residuos líquidos alimentarios, seguro de responsabilidad civil por derrames, capacidad de reporte digital mensual a través de SINADER y acreditación de un protocolo de recepción y muestreo del UCO recolectado. Sin este registro, los operadores informales no pueden integrarse a la cadena certificada y continúan operando en paralelo al circuito regulado, distorsionando precios y limitando la trazabilidad agregada del sistema.

(iii) Componente 3: Documento de Transferencia UCO con control de calidad integrado

Se propone la definición de un formato estandarizado de Documento de Transferencia de UCO, equivalente funcional al documento de transferencia de producto⁵⁶ y a la declaración de sostenibilidad⁵⁷ exigidos por los principales esquemas de certificación internacionales. Este documento acompaña cada transferencia de UCO entre generador, gestor y planta de valorización, e incluye como campos mínimos: identificación del generador con su código RETC, volumen transferido en kilogramos, fecha y punto de origen, identificación del gestor receptor con su registro nacional y declaración del destino previsto del residuo.

El Documento de Transferencia debe incorporar los resultados del muestreo físico-químico realizado en el punto de recepción como campo obligatorio. Los parámetros mínimos a registrar son: nivel de acidez expresado como porcentaje de FFA, con umbral máximo de 5% medido bajo norma ISO 660; contenido de humedad e impurezas (indicador MIU), con umbral máximo de 2% medido bajo norma ISO 6883; y, cuando el destino declarado sea un proceso HEFA, presencia de metales pesados como sodio, potasio, calcio y magnesio medidos mediante plasma acoplado inductivamente (ICP). Estos parámetros son consistentes con los umbrales que los actores del mercado formal ya aplican operativamente, como se documenta en la Tabla 13 del capítulo 2, por lo que su incorporación al Documento de Transferencia no impone una carga nueva al mercado formal, sino que eleva a estatus oficial una práctica existente. La obligatoriedad del registro

⁵⁶ El término original en inglés es Product Transfer Document, denominación utilizada por el programa Renewable Fuel Standard (RFS) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

⁵⁷ El término original en inglés es Sustainability Declaration, denominación utilizada por el estándar ISCC EU 203 del esquema de certificación International Sustainability and Carbon Certification (ISCC).

de calidad en cada transferencia convierte además el control físico-químico en un mecanismo de detección de adulteración: el tablero público del RETC puede identificar patrones anómalos en los perfiles de calidad declarados en cada Documento de Transferencia con tres fuentes de referencia:

- Primero, los rangos físico-químicos esperados según el segmento generador, un establecimiento de comida rápida de alto volumen tiene un perfil de acidez y humedad distinto al de un hotel o un casino, lo que permite detectar declaraciones inconsistentes con el origen declarado.
- Segundo, el historial de transferencias previas del mismo gestor, identificando desviaciones sistemáticas respecto a su propio comportamiento anterior.
- Tercero, los volúmenes declarados en origen versus los recibidos en planta, detectando pérdidas o incrementos de volumen injustificados entre eslabones de la cadena.

La combinación de estos cruces permite señalar posibles mezclas indebidas o prácticas fraudulentas de manera sistemática y sin depender exclusivamente de inspecciones en terreno.

Adicionalmente, el Documento de Transferencia debe incluir, para los gestores que realizan pretratamiento, la declaración del volumen y destino de los subproductos generados por lote procesado. La borra, que representa aproximadamente el 10% del UCO recolectado antes del pretratamiento, y el agua de proceso deben tener destinos declarados y deben ser verificables: disposición en relleno sanitario autorizado con guía de despacho vinculada al lote procesado, entrega a gestor de residuos industriales registrado en el RETC, o valorización en procesos industriales compatibles debidamente documentados. Esta trazabilidad de subproductos cierra una vía de subdeclaración que los controles actuales no pueden detectar, y opera sobre los mismos campos del Documento de Transferencia sin requerir infraestructura adicional.

(iv) Componente 4: Mecanismo de financiamiento del sistema

El costo de operación del sistema de trazabilidad recae principalmente en tres elementos:

- el desarrollo y mantenimiento de la plataforma digital en el RETC-SINADER,
- la capacitación de gestores y generadores para el uso del Documento de Transferencia,
- y la fiscalización de las declaraciones por parte de la SMA. Se proponen dos fuentes de financiamiento complementarias.

La primera es una tarifa de registro dentro del sistema RETC para gestores UCO que superen determinado volumen de operación anual, fijada en un nivel que cubra los costos de mantenimiento de la plataforma sin constituir una barrera de entrada para operadores de pequeña escala.

La segunda, aplicable en el mediano plazo una vez que el UCO pueda ser declarado producto prioritario bajo la Ley REP (explicado más adelante), es el financiamiento a través de los sistemas de gestión colectivos que los importadores y distribuidores de aceite de cocina deben constituir bajo esa ley, replicando el modelo de financiamiento que ya opera para envases, neumáticos y aceites lubricantes.

Como referencia alternativa, el ICCT ha propuesto para Indonesia la creación de un Fondo de Aceite de Cocina Usado (mencionado previamente en el subcapítulo 1.3)

financiado mediante un gravamen sobre las exportaciones de UCO sin certificación nacional, como instrumento para internalizar en el precio de exportación el costo de los sistemas de información que el mercado doméstico requiere. Esta última alternativa podría evaluarse en el contexto chileno una vez que el sistema de trazabilidad esté operativo y los volúmenes exportados sean verificables.

(v) Componente 5: Tablero público de datos UCO en el RETC

Se propone el desarrollo de un tablero público de datos UCO dentro del RETC, con información desagregada por región, segmento de generación, perfil de calidad promedio por origen y destino declarado de valorización, actualizado semestralmente. Este tablero cumple tres funciones: orienta la planificación territorial de municipios y recolectores para optimizar rutas de recolección; provee a los formuladores de política pública los datos operativos necesarios para el diseño de metas en el marco del futuro decreto REP; y funciona como señal de mercado para inversionistas privados que evalúan proyectos de valorización local, al mostrar la evolución real del volumen disponible, su distribución territorial y su aptitud técnica para distintas rutas de procesamiento.

La coherencia entre el sistema nacional de trazabilidad y los estándares internacionales debe ser verificada periódicamente por la mesa interinstitucional de R1, garantizando que las actualizaciones se traduzcan en ajustes oportunos del Documento de Transferencia y de los campos del RETC.

6.2.3. R5. Estrategia integrada de infraestructura domiciliaria y rol articulador de los municipios

La recolección domiciliaria de UCO presenta la brecha más amplia entre el potencial estimado y los volúmenes efectivamente capturados por los circuitos formales: el presente estudio estima que solo alrededor de un 5% del potencial de UCO generado en los hogares es actualmente recolectado. Sin embargo, el rol de los municipios en el sistema de recolección de UCO trasciende el segmento domiciliario. Los municipios son también los actores con mayor conocimiento territorial sobre los establecimientos gastronómicos y comerciales de pequeña escala que operan dentro de su jurisdicción y que, por estar por debajo del umbral de declaración obligatoria en SINADER, permanecen invisibles para el sistema de registro formal. En este sentido, los municipios tienen una función articuladora doble: como operadores de infraestructura de recolección domiciliaria y como intermediarios entre el Estado y los pequeños generadores HORECA que no tienen capacidad de operar individualmente dentro del sistema de trazabilidad.

Esta recomendación trata ambas dimensiones de manera integrada, porque responden a los mismos instrumentos de política y a los mismos actores institucionales.

(i) Componente 1: Municipios como articuladores del segmento HORECA de pequeña escala

Los establecimientos gastronómicos y comerciales con generación de UCO inferior al umbral de declaración obligatoria en SINADER, actualmente doce toneladas de residuos anuales, representan una fracción relevante del potencial de recolección formal que el sistema actual no captura. Los municipios, a través de sus unidades de medio ambiente y sus registros de patentes comerciales, tienen acceso a información sobre la localización y el tipo de actividad de estos establecimientos que ningún otro organismo del Estado posee.

Se propone que los municipios asuman formalmente el rol de agregadores de declaración para el segmento HORECA de pequeña escala dentro de su jurisdicción: consolidando en un reporte municipal único las entregas de UCO de establecimientos que individualmente no alcanzan el umbral de declaración, y registrando ese volumen agregado en SINADER como declaración institucional del municipio. Este mecanismo no requiere modificación legal: opera dentro de las facultades municipales de gestión ambiental local y dentro del marco del DS N° 1 de 2013, que en su artículo 26 ya contempla la declaración de residuos recolectados por municipios. Para implementarlo, se recomienda que la SUBDERE, en coordinación con el MMA, desarrolle un protocolo estandarizado de registro y reporte municipal de UCO, con capacitación específica para los funcionarios municipales responsables y financiamiento a través del Fondo de Residuos de la Ley REP, en caso que el UCO sea declarado producto prioritario.

(ii) Componente 2: Infraestructura de puntos de entrega domiciliaria

Se recomienda, como acción de corto plazo, el desarrollo de un piloto de puntos de entrega UCO en tres a cinco comunas de distintas tipologías territoriales, integrado a la infraestructura de puntos verdes ya establecida en el marco de la Ley N° 20.920, en particular a los puntos de entrega de envases y embalajes cuyas metas de recolección están vigentes desde 2023. La integración con esta infraestructura existente reduce el costo de instalación y aprovecha los hábitos de separación que los programas de envases han comenzado a instalar en la ciudadanía.

El modelo operativo propuesto es autosostenible una vez que los volúmenes superan el umbral de rentabilidad logística: el gestor UCO certificado en el RETC retira periódicamente los volúmenes recolectados en los puntos municipales y transfiere al municipio un pago por el volumen recibido, que puede destinarse a fondos de mejora ambiental comunitaria definidos por la propia municipalidad. Para la fase piloto, en que los volúmenes son aún insuficientes para cubrir los costos logísticos del gestor, se propone un mecanismo de financiamiento mediante concurso CORFO para municipios, con cofinanciamiento del gestor UCO certificado como contraparte privada, complementado con instrumentos del SERCOTEC, en particular a través de programas como Barrios Comerciales que facilitan la articulación con comercios generadores de UCO. Este esquema replica la lógica de los programas de infraestructura de puntos limpios que CORFO y el MMA ya han implementado para otros residuos prioritarios.

El trabajo para que el UCO sea incorporado como residuo prioritario bajo la Ley REP es la condición habilitante de largo plazo para este componente: una vez declarado prioritario, los importadores y distribuidores de aceite de cocina deben financiar sistemas de gestión que incluyen la infraestructura de recolección domiciliaria, lo que hace el sistema financieramente sostenible sin depender de fondos concursables. El proceso de declaración como producto prioritario requiere que el MMA conduzca un proceso de consulta técnica y pública, para el cual los datos de este estudio, especialmente la estimación de potencial de generación domiciliaria y la cuantificación de impactos de la disposición inadecuada en el sistema sanitario del capítulo 3, constituyen el sustento técnico necesario.

(iii) Componente 3: Cultura ciudadana

La estrategia de comunicación articula tres canales complementarios. El primero es el **canal escolar**: establecimientos educacionales que operan simultáneamente como puntos de entrega del barrio y como espacios de formación de hábitos, con transferencia de los

ingresos de la venta del UCO recolectado al propio establecimiento para fines definidos por la comunidad escolar. Este mecanismo mostró resultados destacados en el programa InnovOleum en Grecia (MDPI, 2019), donde la vinculación del establecimiento escolar con el barrio logró una conexión efectiva con los hogares; si bien se trata de un caso singular cuya extrapolación requiere cautela, constituye una referencia relevante dada la ausencia de experiencias comparables documentadas en la literatura.

El segundo canal es la **comunicación digital y masiva**, orientada a transmitir los impactos concretos de la gestión inadecuada del UCO sobre las redes de alcantarillado y los costos del servicio sanitario, con mensajes que apunten al interés práctico del ciudadano.

El tercer canal es la **articulación con el comercio de proximidad**, incorporando puntos de entrega en supermercados y establecimientos de alta frecuentación como complemento a la red municipal.

El seguimiento de esta recomendación podría realizarse mediante cinco indicadores al año 2028: número de comunas con piloto de puntos de entrega UCO operativo; número de establecimientos HORECA de pequeña escala declarados a través del mecanismo de agregación municipal; densidad de puntos de entrega por cien mil habitantes; volumen de UCO recolectado desde el segmento domiciliario por año; y avance del proceso de declaración del UCO como producto prioritario bajo la Ley REP, medido por la etapa del proceso regulatorio alcanzada.

6.2.4. R6. Reglamentación para la gestión adecuada del UCO: Ley REP y norma técnica INN

Las medidas de corto plazo de este bloque, APL, trazabilidad e infraestructura domiciliaria, generan las condiciones operativas y los datos que la reglamentación de mediano plazo necesita para ser técnicamente sólida y políticamente viable. Esta recomendación propone dos instrumentos regulatorios complementarios que, en conjunto, cierran la brecha normativa identificada en el subcapítulo 2.3 y establecen el marco de largo plazo para la gestión del UCO como flujo de interés estratégico.

(i) Instrumento 1: Opciones de desarrollo regulatorio para el UCO en el marco de la Ley REP

En el ámbito regulatorio de mediano plazo, existen al menos dos vías complementarias para fortalecer la gestión del UCO, y la institucionalidad competente debe evaluar cuál resulta más adecuada según el grado de madurez del mercado al momento de su diseño.

La primera vía es la **declaración del UCO como producto prioritario bajo la Ley N° 20.920**, que habilita metas de recolección obligatorias y sistemas de gestión colectivos financiados por importadores y distribuidores de aceite. Esta opción requiere un proceso regulatorio más largo, pero genera el marco de mayor alcance sistémico.

La segunda vía, de implementación más inmediata, es la **aplicación del artículo 4 de la Ley N° 20.920**, que establece que todo residuo potencialmente valorizable debe destinarse preferentemente a valorización y faculta al MMA para establecer mediante decretos supremos instrumentos orientados a promover esa valorización, sin necesidad de declarar al UCO como residuo prioritario. Ambas vías son complementarias y no excluyentes. El proceso de elaboración del decreto debe iniciarse hacia 2028 o 2029, cuando se dispondrá de tres a cuatro años de datos acumulados en el RETC y una línea de base operativa validada por el APL.

Para que el UCO sea declarado prioritario, debe cumplir los criterios establecidos por el MMA: tratarse de un bien de consumo masivo, generar un volumen considerable de desechos, representar un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, ser susceptible de valorización y contar con regulación comparada de referencia. Los cuatro primeros criterios están documentados en los capítulos 2 y 3 de este estudio; el quinto está ampliamente cubierto por la experiencia internacional analizada en el capítulo 1.

El precedente del decreto de aceites lubricantes usados, promulgado en diciembre de 2023, ofrece una referencia útil en cuanto a plazos del proceso regulatorio, ajustada por la mayor complejidad que introduce la inclusión del segmento domiciliario. Una vez vigente el decreto, la mesa interinstitucional de R1 debe evaluar, entre las modalidades de reglamentación disponibles, aquella que mejor se adapte al grado de madurez del mercado al momento de su diseño: un decreto de obligatoriedad sectorial para el segmento HORECA, la incorporación como REP con sistemas de gestión colectivos, o un esquema mixto diferenciado por segmento de generación.

El reconocimiento del UCO como producto prioritario bajo la Ley REP es un proceso regulatorio de largo plazo que requiere consenso interministerial y una masa crítica de datos operativos que aún no está disponible. En caso de que esta vía resulte inviable o inoportuna en el horizonte de mediano plazo, resulta relevante considerar el marco ya disponible en el artículo 4 de la Ley REP, el cual establece que todo residuo potencialmente valorizable debe destinarse preferentemente a valorización, evitando su eliminación, tal como se describe en el subcapítulo 2.3. Asimismo, dicho artículo faculta al Ministerio del Medio Ambiente para establecer, mediante decretos supremos, instrumentos orientados a prevenir la generación de residuos y promover su valorización, pudiendo el UCO ser incorporado dentro de este tipo de instrumentos sin necesidad de su categorización como residuo prioritario.

(ii) Instrumento 2: Norma técnica nacional de calidad UCO vía INN

En paralelo al proceso de declaración como producto prioritario, la mesa interinstitucional debe encargar al Instituto Nacional de Normalización (INN) el desarrollo de una norma técnica chilena (NCh) sobre UCO destinado a valorización energética. Esta norma, de carácter voluntario en su primera versión, establece los parámetros físico-químicos mínimos que debe cumplir el UCO para ser considerado apto para distintas rutas de valorización, con métodos de medición estandarizados y umbrales compatibles con los requisitos operativos que los actores del mercado formal ya aplican, como se documenta en la Tabla 13 del capítulo 2. La norma INN resuelve la ambigüedad institucional sobre quién es competente para regular la calidad del UCO como materia prima, cuestión que no tiene respuesta clara dentro de las competencias actuales del MMA, el MINSAL o el Ministerio de Energía de manera individual, operando como un estándar técnico de referencia elaborado con participación de todos los actores relevantes a través del comité técnico del INN.

La mesa interinstitucional de R1 debe presentar formalmente esta propuesta al INN durante 2027. En el mediano plazo, la norma INN puede adquirir carácter obligatorio al ser referenciada en el decreto REP del UCO como requisito de calidad para los sistemas de gestión colectivos. La definición del porcentaje mínimo de mezcla SAF para aeropuertos chilenos, el tercer instrumento regulatorio necesario para completar el marco de largo plazo de la cadena UCO-SAF, se desarrolla en la recomendación R8 del Bloque C, dado que su

naturaleza es fundamentalmente una señal de demanda cuya efectividad depende de las condiciones de producción nacional que las recomendaciones anteriores buscan generar.

6.3. Bloque C - Demanda, producción y señales de mercado

Las medidas de los bloques anteriores construyen la cadena de suministro del UCO desde el lado de la oferta: formalizan la recolección, establecen la trazabilidad y crean el marco regulatorio que da certeza jurídica al sistema. Sin embargo, la experiencia internacional analizada en el capítulo 1 muestra de manera consistente que ningún sistema de recolección de UCO escala de manera sostenida sin señales de demanda estables que justifiquen la inversión privada en infraestructura de recolección, pretratamiento y procesamiento. El caso de Uruguay es el más elocuente en sentido negativo: cuando se eliminó el mandato de mezcla de biodiésel, la demanda interna desapareció y el país se convirtió en exportador neto de UCO sin valorización local. El caso de Corea del Sur ilustra el sentido positivo: los mandatos progresivos de mezcla de biodiésel, que pasaron de 0,5% en 2006 a 4% en 2024 con meta de 8% en 2030, fueron el único factor que explica que sus refinerías invirtieran en capacidad HEFA y que el UCO se convirtiera en insumo estratégico con tasa de recolección de entre el 78% y el 98% en el sector comercial.

En Chile, la ausencia de esa señal de demanda es la razón estructural por la que el UCO recolectado formalmente tiende a exportarse: el precio que los mercados europeos pagan por UCO certificado supera con holgura lo que puede ofrecer la demanda doméstica actual. Revertir esa tendencia requiere tres intervenciones secuenciadas: en el corto plazo, formalizar el coprocesado en ENAP como política con compromisos de volumen creciente, creando el primer comprador institucional doméstico de UCO con escala relevante; en el mediano plazo, establecer señales de demanda estructurales mediante compras públicas con criterio UCO y un mandato SAF progresivo para la aviación; y de manera transversal, estructurar los mecanismos de financiamiento climático que permitan que las inversiones en capacidad de valorización local sean bancables para el sector privado. Estas tres recomendaciones son interdependientes: el coprocesado en ENAP genera la demanda inicial que justifica escalar la recolección; los instrumentos de incentivo a la demanda de SAF generan la certeza de largo plazo que justifica invertir en capacidad de valorización dedicada; y el financiamiento climático reduce el costo de capital que hace que ambas inversiones sean viables sin subsidios directos permanentes.

6.3.1. R7. Coprocesado en ENAP como política de transición explícita

El coprocesado de UCO en las refinerías de ENAP es la ruta tecnológica más próxima a implementarse en Chile para iniciar la producción nacional de combustibles con contenido renovable. Como documenta el Estudio de Factibilidad SAF de la OACI, esta alternativa no requiere inversiones financieras sustanciales, una refinería solo necesita modificaciones menores para incorporar materias primas renovables, y puede aprovechar la infraestructura logística y de distribución existente, incluyendo la conexión de la Refinería Aconcagua con el aeropuerto de Santiago. ENAP ya realizó en 2025 una experiencia piloto de coprocesado con 350.000 litros de UCO proveniente de restaurantes y locales de comida rápida, transformándolo en diésel renovable bajo en carbono (Ministerio de Energía, 2025). Esta experiencia demuestra la viabilidad técnica del proceso en el contexto chileno y sienta las bases para su escala progresiva.

Sin embargo, un experimento puntual no genera la señal de demanda que el mercado de UCO necesita para justificar inversiones en recolección y pretratamiento a mayor escala.

Para que el coprocesado cumpla esa función, debe formalizarse como una política con compromisos de volumen mínimo, plazos definidos y mecanismo de financiamiento del diferencial de costo. Esta recomendación propone ese paso.

(i) Compromisos de volumen progresivo

Se recomienda que el Ministerio de Energía, en coordinación con ENAP, formalice el programa de coprocesado progresivo de UCO nacional iniciado en 2025, estableciendo volúmenes de referencia crecientes que podrían incluir del orden de 2 kt en 2028 y a 40 kt toneladas en 2030. Estos volúmenes son consistentes con los escenarios de recolección definidos en el capítulo 4: el escenario base proyecta una recolección de aproximadamente 14 kt/año en 2035, mientras que el escenario moderado alcanza las 65 kt/año. Un programa de coprocesado que absorba entre 10.000 y 40.000 toneladas anuales al año 2030 es alcanzable dentro del escenario moderado y constituye una señal de demanda suficiente para justificar la inversión privada en expansión de la capacidad de recolección. Asimismo, el Estudio de Factibilidad SAF de la OACI estima que para un 5% de coprocesado en 2030 se necesitarían aproximadamente 75 kt de UCO, lo que confirma que la escala propuesta es consistente con los objetivos nacionales de producción de SAF antes de 2030.

El UCO utilizado en el programa debe ser de origen nacional y contar con documentación de trazabilidad compatible con el sistema descrito en R4, lo que convierte el programa de coprocesado en un incentivo directo para la formalización del mercado doméstico de UCO: los recolectores que no cuenten con el Documento de Transferencia oficial no pueden acceder al contrato de suministro con ENAP.

(ii) Mecanismo de financiamiento del diferencial de costo

El coprocesado de UCO genera un combustible con menor intensidad de carbono que el diésel y kerosene convencional, pero a un costo unitario superior. Para que ENAP pueda asumir ese diferencial sin que se traduzca en un subsidio implícito del Estado, se proponen dos mecanismos alternativos que la mesa interinstitucional debe evaluar según las condiciones del mercado de carbono chileno al momento de implementación.

El primero es la monetización del diferencial a través del mercado de carbono voluntario o del futuro mercado regulado que Chile está desarrollando en el marco de la Ley Marco de Cambio Climático: el combustible con contenido renovable produce créditos de carbono verificables que ENAP puede vender o transferir a las aerolíneas como parte de sus compromisos CORSIA.

El segundo es un contrato de diferencia entre el Ministerio de Energía y ENAP, en el que el Estado cubre la brecha entre el costo del UCO procesado y el precio de referencia del combustible fósil equivalente, con un horizonte temporal de cinco años que da certeza de planificación a ENAP sin comprometer recursos fiscales indefinidamente. Este segundo mecanismo tiene precedente en los contratos de diferencia que Chile ha utilizado para energías renovables en licitaciones eléctricas, y puede estructurarse con un costo fiscal decreciente a medida que el precio internacional del UCO certificado converja con los costos locales de recolección.

(iii) Ruta hacia HEFA dedicado

El programa de coprocesado no es el destino final sino la transición hacia una planta HEFA dedicada que produzca SAF bajo ASTM D7566. El producto del coprocesado se certifica

bajo ASTM D1655, la norma del kerosene convencional, pero con reconocimiento de su fracción renovable a través del Anexo A1 de esa norma, lo que lo habilita como SAF para efectos de mezcla y uso en aeronaves, condición que lo distingue de un combustible puramente fósil. El coprocesado reduce la intensidad de carbono del combustible final y genera experiencia operativa con UCO como materia prima en las refinerías de ENAP, dos condiciones que facilitan la transición hacia una ruta de producción de mayor valor. La hoja de ruta propuesta es: coprocesado a escala creciente entre 2026 y 2030, desarrollo del estudio de factibilidad de planta HEFA dedicada entre 2027 y 2028 con apoyo del programa ACT-SAF de la OACI, y decisión de inversión en planta HEFA para el período 2030–2035 sobre la base de los datos operativos acumulados y del financiamiento climático estructurado en R9.

6.3.2. R8. Compras públicas con criterio UCO, instrumentos de incentivo a la demanda de SAF y control del tankering

El programa de coprocesado de R7 crea la primera señal de demanda doméstica de UCO, pero su alcance está limitado por la proporción máxima de coprocesado admisible bajo ASTM D1655 y por el hecho de que el producto resultante no es SAF certificado. Para generar señales de demanda estructurales que justifiquen la inversión en una planta HEFA dedicada y que conecten directamente la cadena de suministro del UCO con el objetivo declarado de descarbonización de la aviación, se requieren dos instrumentos adicionales: compras públicas con criterio UCO para el segmento de transporte terrestre, y un mandato SAF progresivo para la aviación.

(i) Compras públicas con criterio UCO

Se propone incorporar el UCO como criterio técnico en los pliegos de licitación de flota pública, estableciendo un porcentaje mínimo de HVO o biocombustible derivado de UCO en los contratos de aprovisionamiento de combustible para la flota de buses del transporte público, la maquinaria municipal y los vehículos institucionales del Estado. A diferencia de un subsidio al precio, este mecanismo opera como un criterio de adjudicación dentro de los procedimientos de ChileCompra, que ya cuenta con marcos de compras sostenibles aplicables en virtud de la Ley N° 19.886 de Bases sobre Contratos Administrativos. La certeza de demanda de largo plazo que genera este instrumento es el factor que, según la evidencia del California Low Carbon Fuel Standard, ha resultado más determinante que el subsidio directo para desencadenar inversión privada en infraestructura de recolección y valorización. El instrumento puede implementarse mediante circular técnica del MTT y el Ministerio de Obras Públicas en coordinación con ChileCompra, sin requerir modificación legislativa. Para dimensionar el impacto potencial: si el 10% de la flota de transporte público del Gran Santiago operara con HVO derivado de UCO, la demanda generada equivaldría a aproximadamente 8.000 toneladas anuales de UCO procesado, cifra que representa entre el 10% y el 55% de la recolección estimada en los escenarios base y moderado respectivamente para 2030.

(ii) Instrumentos de incentivo a la demanda de SAF

Se recomienda evaluar el establecimiento de un instrumento de incentivo que promueva el uso progresivo de SAF en el combustible despachado en aeropuertos chilenos, con entrada en vigor en 2030 y escalamiento progresivo hacia las metas intermedias de la Hoja de Ruta SAF 2050. La referencia orientadora es un instrumento de incentivo a la demanda de 1%

de SAF desde 2030, consistente con el mandato implementado por Corea del Sur en 2024 y con las recomendaciones del Estudio de Factibilidad SAF de la OACI, que señala que Chile podría estar en condiciones de establecer objetivos de uso a partir de ese año. El instrumento de demanda debe escalar a 5% en 2035 conforme a metas intermedias que la mesa interinstitucional de R1 debe definir en el Plan de Acción UCO-SAF Chile 2027–2030, en alineación con la capacidad de producción nacional proyectada en el capítulo 5.

La forma jurídica de este instrumento corresponde definirla a los organismos competentes, pudiendo adoptar la forma de un decreto del MTT, en línea con las acciones identificadas en el Plan de Acción del Estudio de Factibilidad SAF de la OACI y con el mandato que el Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Sector Transporte asigna a la JAC para la identificación de regulación habilitante para el desarrollo de los SAF en Chile.

(iii) Control del riesgo de tankering

El Estudio de Factibilidad SAF de la OACI identifica explícitamente el *tankering* como uno de los principales desafíos de implementación de un instrumento de demanda de SAF en Chile: dado que los vuelos internacionales representan aproximadamente el 60% de la demanda de combustible de aviación en el país, las aerolíneas podrían optar por cargar combustible convencional en el aeropuerto de origen para evitar comprar SAF más caro en Chile. Si esto ocurriera de manera generalizada, el instrumento no generaría la demanda real de SAF que justifica la inversión en producción local. Para mitigar este riesgo, el decreto del instrumento de demanda debe incluir dos disposiciones complementarias. La primera es que el instrumento de demanda aplica al combustible efectivamente despachado en aeropuertos chilenos con independencia del origen de la aeronave, lo que elimina el incentivo de *tankering* sin requerir coordinación bilateral con otros países. La segunda como medida complementaria, podría evaluarse el seguimiento de los patrones de carga de combustible en aeropuertos chilenos para detectar desviaciones sistemáticas. El diseño e implementación de cualquier mecanismo en esta línea corresponde a los organismos con atribuciones de supervisión aeronáutica. En particular, la DGAC, que permita detectar desviaciones sistemáticas respecto a los patrones históricos y activar mecanismos de verificación cuando corresponda. Estas dos disposiciones son implementables dentro del marco regulatorio de aviación existente y no requieren legislación nueva.

6.3.3. R9. Financiamiento climático estructurado: Finvest Hub, CORFO y EFCC

Las recomendaciones de este capítulo generan las condiciones habilitantes para que la cadena UCO-SAF en Chile sea técnicamente viable, regulatoriamente segura y operativamente trazable. Sin embargo, la inversión privada en las infraestructuras que esa cadena requiere, especialmente una planta HEFA dedicada, enfrenta costos de capital elevados y riesgos tecnológicos, regulatorios y de suministro que el mercado privado no puede absorber solo en una etapa temprana de desarrollo. La experiencia internacional documentada en el capítulo 1 muestra que las primeras plantas HEFA en países emergentes se han materializado únicamente con participación de financiamiento climático concesional: el caso de SAFCO Ventures en Pakistán con IFC y ADB, y el caso de Acelen en Brasil con BID Invest, son los referentes más directos para Chile en términos de estructura industrial y contexto regional. Esta recomendación propone los tres instrumentos

de financiamiento climático que Chile puede activar de manera secuenciada para hacer bancables las inversiones en la cadena UCO-SAF.

(i) Instrumento 1: Adhesión a Finvest Hub de la OACI

La plataforma Finvest Hub de la OACI conecta los proyectos de descarbonización de la aviación con inversores públicos y privados a escala global. Dentro del proceso secuencial que la OACI establece para el desarrollo de la industria SAF en cada país, Finvest Hub corresponde al tercer paso, posterior al Estudio de Factibilidad, que Chile acaba de completar, y al Business Implementation Study (BIS), que detalla las condiciones técnicas, regulatorias y financieras necesarias para la implementación industrial. La adhesión de Chile a Finvest Hub no es por tanto el paso inmediato, sino la meta hacia la cual apunta el programa ACT-SAF ya pactado para el país: completar el BIS durante el período 2026–2028 para estar en condiciones de presentar proyectos ante los inversores de la plataforma en el período 2028–2030. Esta secuencia debe quedar explicitada en el Plan de Acción UCO-SAF Chile 2027–2030 descrito en la sección 6.4, de modo que cada actor del sistema entienda en qué etapa se encuentra Chile y qué hitos debe alcanzar antes de activar el acceso al financiamiento multilateral.

(ii) Instrumento 2: Fondo SAF estructurado por CORFO con financiamiento multilateral

El modelo más exitoso de movilización de financiamiento climático para una industria emergente en Chile es el fondo de USD 1.000 millones para el desarrollo del hidrógeno verde presentado en junio de 2023, con aportes del BID, el Banco Mundial, el Banco de Desarrollo de Alemania (KfW) y la Unión Europea, coordinado por CORFO. Este modelo, que busca apalancar inversiones privadas nacionales e internacionales mediante financiamiento público concesional como catalizador, puede y debe replicarse para el SAF, maximizando las sinergias con los recursos ya destinados al hidrógeno verde dado que el SAF basado en rutas Power-to-Liquid es precisamente un derivado estratégico del hidrógeno. El Estudio de Factibilidad SAF de la OACI señala explícitamente que este modelo podría replicarse para el SAF, y la plataforma Conexão SAF de Brasil, donde BID Invest ya ha estructurado financiamiento para la planta de Acelen (mencionado en el subcapítulo 1.3), ofrece el precedente regional inmediato.

Se propone que el Ministerio de Energía, en coordinación con CORFO y el Ministerio de Hacienda, inicie durante 2027 las gestiones para estructurar un fondo SAF con al menos tres componentes: financiamiento concesional de largo plazo para la inversión en infraestructura de recolección, pretratamiento y procesamiento, orientado a reducir el costo de capital, que en las condiciones actuales dificulta la materialización de inversiones privadas sin apoyo público; garantías o seguros de riesgo político y regulatorio que reduzcan la percepción de riesgo de los inversores privados ante la incertidumbre del marco normativo en una industria emergente; y financiamiento no reembolsable para proyectos piloto y estudios de implementación industrial, incluyendo el estudio de factibilidad de planta HEFA dedicada descrito en R7. Los Programas Transforma de CORFO, que ya articulan colaboración público-privada para proyectos estratégicos en hidrógeno verde en regiones como Biobío y Magallanes, pueden actuar como vehículo operativo para la identificación y estructuración de proyectos SAF elegibles, siguiendo el modelo del programa H2V Biobío.

(iii) Instrumento 3: Incorporación del SAF en la Estrategia Financiera para el Cambio Climático

El Ministerio de Hacienda publicó la primera versión de la Estrategia Financiera frente al Cambio Climático (EFCC) en 2019, actualizándola en 2022, y está actualmente trabajando en una nueva actualización hacia una Estrategia Financiera para un Desarrollo Medioambientalmente Sostenible (MAS) que expande su alcance hacia la economía circular y la transición justa. El SAF, en tanto combustible que articula la descarbonización de la aviación con la valorización de residuos urbanos y el desarrollo de una nueva industria nacional, encaja de manera natural en los objetivos de esta estrategia ampliada. La incorporación explícita del SAF en la próxima actualización de la EFCC/MAS tiene dos consecuencias prácticas: habilita el uso de instrumentos de financiamiento verde del Ministerio de Hacienda, incluyendo bonos verdes soberanos y garantías del Tesoro, para proyectos de la cadena UCO-SAF, y envía una señal política de prioridad que facilita las gestiones ante los financiadores multilaterales descritos en los instrumentos anteriores. El Estudio de Factibilidad SAF de la OACI recomienda explícitamente esta incorporación, señalando que el SAF debe recibir consideración especial en las futuras actualizaciones de la EFCC dado su papel en la economía circular y la transformación de economías regionales. Se recomienda que la institucionalidad competente explore con el Ministerio de Hacienda la incorporación del SAF en la próxima actualización de la EFCC/MAS, idealmente durante 2027, acompañada de una estimación de las brechas de financiamiento de la cadena UCO-SAF.

El avance del bloque de demanda y financiamiento puede evaluarse mediante indicadores de progreso, entre los que se sugieren los siguientes:

- volumen de UCO nacional coprocesado en ENAP;
- adhesión de Chile a Finvest Hub concretada y presentación de al menos un perfil de proyecto en la plataforma;
- inicio formal de gestiones para el fondo SAF con financiadores multilaterales;
- incorporación del SAF en la actualización de la EFCC/MAS del Ministerio de Hacienda;
- y elaboración del decreto del instrumento de demanda de SAF con proceso de consulta pública iniciado. Las metas específicas para cada indicador corresponden definirlas a la institucionalidad competente en función de las condiciones del mercado y la capacidad institucional disponible al momento de implementación.

6.4. Síntesis, documento rector y condiciones de éxito

6.4.1. Síntesis de las recomendaciones

Las nueve recomendaciones propuestas en este capítulo configuran un marco de referencia para la acción pública en la cadena UCO-SAF. Su efectividad se potencia cuando avanzan de manera coordinada, pero varias pueden implementarse en paralelo o de forma independiente según las condiciones institucionales disponibles. La definición de una hoja de ruta detallada con plazos, prioridades y responsabilidades específicas es una tarea que corresponde a la institucionalidad competente a partir de los insumos que este estudio provee. La Ilustración 18 sintetiza la lógica de interdependencia entre los tres bloques y sus horizontes temporales.

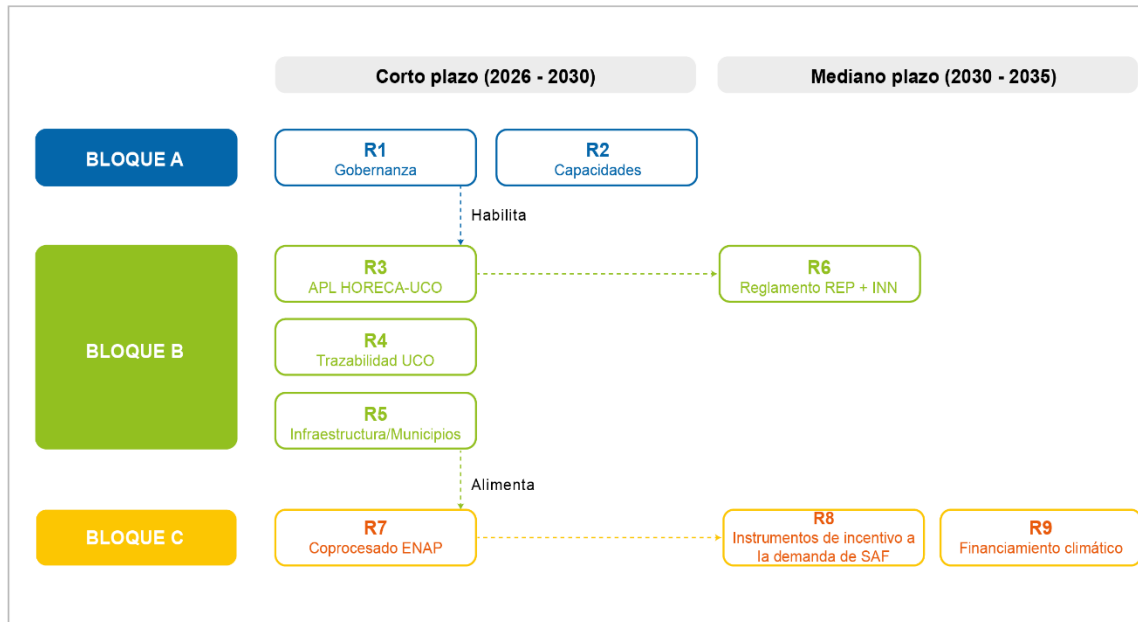


Ilustración 18. Interdependencia y temporalidad de los bloques A, B y C, y recomendaciones de política pública. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hinicio).

El Bloque A facilita la coordinación que hace más efectivos los bloques siguientes. Contar con una gobernanza liderada por el Ministerio de Energía y con actores institucionales empoderados con información técnica confiable sobre costos, plazos y potencial real del UCO potencia significativamente el impacto de las demás medidas derivadas de la percepción, documentada durante la elaboración de este estudio, de que el UCO no constituye una materia prima viable para SAF a escala relevante. Los resultados cuantitativos de este estudio, que demuestran un potencial de producción de hasta 99 millones de litros/año de SAF en el escenario optimista, son el insumo central para romper ese paradigma.

El Bloque B construye la cadena de suministro desde el lado de la oferta. El APL formaliza la recolección en el segmento de mayor potencial y genera los datos operativos que la reglamentación de mediano plazo necesita para fijar metas técnicamente sustentadas. El sistema de trazabilidad conecta el UCO chileno con los mercados internacionales certificados y crea el mecanismo de detección de adulteración que protege la integridad de la cadena. La infraestructura domiciliaria con rol articulador de los municipios moviliza el volumen de UCO que explica la diferencia entre los escenarios de recolección moderado y optimista. La reglamentación de mediano plazo consolida todo lo anterior en un marco de obligatoriedad que hace el sistema sostenible en el largo plazo.

El Bloque C cierra la lógica del capítulo. Sin señales de demanda estables, la cadena de suministro construida en el Bloque B continuará orientándose a la exportación porque el mercado internacional seguirá ofreciendo precios superiores al mercado doméstico. El coprocesado en ENAP crea el primer comprador institucional local con escala relevante. Los instrumentos de incentivo a la demanda de SAF generan la certeza de demanda de largo plazo que justifica la inversión en una planta HEFA dedicada. El financiamiento climático estructurado reduce el costo de capital que hace bancables esas inversiones para el sector privado.

La tabla siguiente (Tabla 21) sintetiza, para cada recomendación, el horizonte de implementación, los actores principales, el instrumento jurídico o de política que la materializa y el indicador central de seguimiento.

Tabla 21. Síntesis de recomendaciones, actores, instrumentos e indicadores. (Fuente: elaboración propia para este estudio, Hincio).

Código	Recomendación	Horizonte	Actor principal	Instrumento	Indicador central
R1	Gobernanza interinstitucional	2026–2027	Ministerio de Energía	Resolución ministerial de constitución de mesa	Mesa constituida con sesiones y actas públicas
R2	Fortalecimiento de capacidades	2026–2028	Agencia de Sostenibilidad Energética/ANID	Programa de diseminación + línea concursable ANID	Estudio de costos encargado; al menos una colaboración internacional formalizada
R3	APL HORECA-UCO	2026–2030	AgenciaSE/ASCC/Ministerio de Energía/MMA	APL + cláusula de activación de obligatoriedad	Tasa de recolección HORECA $\geq$ 45% al año 2030
R4	Sistema nacional de trazabilidad	2027–2030	MMA/SMA/Ministerio de Energía	Instrucción SMA + Registro Nacional Gestores UCO + Documento de Transferencia	90% de volumen transferido con Documento de Transferencia al año 2030
R5	Infraestructura domiciliaria y municipios	2026–2030	SUBDERE/MMA/Municipios	Concurso CORFO + protocolo municipal SINADER + proceso REP	UCO declarado producto prioritario iniciado; piloto operativo en al menos 3 comunas
R6	Reglamentación UCO: REP + INN	2028–2035	MMA/Ministerio de Energía/MTT/JAC	DS REP + NCh INN	Decreto REP UCO promulgado; norma INN publicada
R7	Coprocesado en ENAP	2026–2030	Ministerio de Energía/ ENAP	Resolución ministerial + contrato de suministro UCO	40.000 t de UCO coprocesadas en ENAP al año 2030

Código	Recomendación	Horizonte	Actor principal	Instrumento	Indicador central
R8	Compras públicas + instrumento de demanda de SAF	2028–2035	MTT/MOP/JAC/ ChileCompra	Circular técnica ChileCompra + decreto instrumento de demanda de SAF	Instrumento de incentivo para la incorporación progresiva de SAF vigente desde 2030; HVO en contratos de flota pública
R9	Financiamiento climático	2026–2035	Ministerio de Energía/CORFO/ Hacienda	Adhesión Finvest Hub + fondo SAF CORFO + EFCC/MAS	Al menos un financiador multilateral comprometido al año 2028; SAF en EFCC

6.4.2. Documento rector: Plan de Acción UCO-SAF Chile 2027–2030

Una de las brechas identificadas durante la elaboración de este estudio es la ausencia de un instrumento de planificación focalizado en la cadena UCO-SAF que operacionalice la Hoja de Ruta SAF 2050 con el nivel de detalle necesario para orientar decisiones de inversión, diseño regulatorio y asignación de responsabilidades institucionales. La Hoja de Ruta SAF 2050 es el marco estratégico correcto para el conjunto de la industria SAF en Chile, pero su alcance abarca múltiples materias primas, rutas tecnológicas y horizontes temporales que dificultan su uso como guía operativa para actores que deben tomar decisiones concretas en el corto plazo sobre la cadena UCO específicamente.

Se recomienda que la institucionalidad competente, con apoyo de la mesa interinstitucional de R1, elabore un documento de orientación estratégica para la cadena UCO-SAF en Chile. Este documento puede adoptar distintas formas según la decisión política correspondiente, un plan de acción sectorial, una actualización focalizada de la Hoja de Ruta SAF 2050, o un protocolo de coordinación interinstitucional, y debe definir las acciones de corto plazo prioritarias en tres áreas: mejoras al marco normativo, impulsos a la política pública de recolección, y diseño de la gobernanza y equipo dedicado a la temática UCO-SAF. que operacionalice las recomendaciones de este capítulo con el nivel de detalle necesario para su implementación. Este documento no reemplaza la Hoja de Ruta SAF 2050 sino que la concreta para la cadena UCO, de la misma manera en que el Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030 concretó la Estrategia Nacional de H2V en acciones con plazos, responsables y presupuestos definidos. El precedente es pertinente también porque el hidrógeno verde y el SAF basado en UCO comparten parte de la infraestructura institucional, CORFO, Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía y pueden beneficiarse de sinergias en su implementación.

Se recomienda que el Plan de Acción UCO-SAF debe contener al menos los siguientes elementos:

- Una síntesis ejecutiva de los resultados de este estudio accesible para tomadores de decisión no técnicos, que comunique de manera clara el potencial de producción,

los escenarios de recolección y los costos y plazos de implementación estimados, con el objetivo explícito de romper la percepción de inviabilidad del UCO como materia prima para SAF.

- Un cronograma de implementación de las nueve recomendaciones de este capítulo con hitos anuales, actores responsables por hito y mecanismo de seguimiento.
- Una estimación de los recursos financieros requeridos para cada recomendación, desagregada entre inversión pública, cofinanciamiento privado y financiamiento climático externo, de modo que cada actor del sistema conozca qué se espera de él en términos de recursos y en qué plazos.
- Una sección de análisis de riesgos que identifique los principales factores que podrían impedir la implementación de cada recomendación, incluyendo riesgos de inacción del sector privado, cambios regulatorios internacionales que afecten el precio del UCO certificado, y restricciones de capacidad institucional, junto con las medidas de mitigación propuestas.
- Un sistema de indicadores de seguimiento anual que permita a la mesa interinstitucional evaluar el progreso del sistema y activar los mecanismos de corrección previstos, incluyendo la cláusula de obligatoriedad de R3, cuando los resultados se desvíen de las metas establecidas.

La elaboración del Plan de Acción debe completarse durante el primer año de funcionamiento de la mesa interinstitucional, con una fecha objetivo de publicación no posterior al primer trimestre de 2027. Su proceso de elaboración debe ser participativo, incorporando al sector privado, recolectores, líneas aéreas, ENAP, y a la academia desde las etapas iniciales, de modo que el documento refleje compromisos reales de los actores que deben implementarlo y no solo aspiraciones del sector público.

6.4.3. Condiciones de éxito

La implementación efectiva de las recomendaciones de este capítulo no depende exclusivamente de la calidad de los instrumentos propuestos, sino de un conjunto de condiciones de contexto que Chile tiene la capacidad de generar pero que requieren voluntad política sostenida y coordinación interinstitucional genuina.

La primera condición que puede hacer más efectiva la implementación es la continuidad de los espacios de coordinación interinstitucional. La experiencia internacional muestra que los sistemas de recolección y valorización de UCO que han alcanzado tasas de captura elevadas han tardado entre diez y quince años en consolidarse, lo que excede el horizonte de cualquier administración. El diseño de la mesa interinstitucional con financiamiento plurianual de la secretaría técnica y con mecanismos de rendición de cuentas públicos busca precisamente crear una institucionalidad que sobreviva los ciclos políticos. Sin esa continuidad, cada cambio de gobierno reinicia el proceso desde cero.

La segunda condición es la secuencia correcta entre voluntariedad y obligatoriedad. La tentación de avanzar directamente hacia instrumentos obligatorios sin las bases operativas que genera el APL puede producir normas que no se cumplen por falta de capacidad técnica del sector o por ausencia de datos para fijar metas realistas. La secuencia propuesta en este capítulo, APL primero, con cláusula de activación de obligatoriedad si la adhesión es insuficiente, busca equilibrar la necesidad de avanzar con la necesidad de construir sobre bases sólidas.

La tercera condición es la coherencia entre las señales de oferta y de demanda. Invertir en recolección sin compradores institucionales locales produce UCO que se exporta. Establecer instrumentos de demanda de SAF sin capacidad de producción nacional produce cumplimiento mediante importación de SAF extranjero. Las recomendaciones de este capítulo están diseñadas para que las señales de oferta y de demanda se desarrollen en paralelo y se refuercen mutuamente: el coprocesado en ENAP crea demanda mientras la recolección escala, y los instrumentos de demanda de SAF entran en vigor cuando la producción nacional puede empezar a satisfacerlo parcialmente.

La cuarta condición es el aprovechamiento de los compromisos ya asumidos. Chile no parte de cero: la Hoja de Ruta SAF 2050, el Acuerdo Público-Privado SAF 2024, el Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de Energía y el Plan Sectorial de Mitigación del Sector Transporte son instrumentos vigentes que ya asignan responsabilidades y establecen metas. Las recomendaciones de este capítulo no proponen innovaciones legislativas de gran escala en el corto plazo, sino la orientación específica de instrumentos existentes, la Ley REP, el APL, ChileCompra, el RETC, los Programas Transforma de CORFO, hacia el UCO como flujo de interés estratégico. Lo que se requiere es la decisión política de hacer esa orientación explícita, con los compromisos de volumen, los plazos y los mecanismos de financiamiento que convierten las intenciones en resultados verificables.

Chile cuenta con las condiciones estructurales para convertir el UCO en una materia prima estratégica para la producción de SAF: el potencial de generación existe, los actores de la cadena están identificados, la infraestructura de refinación de ENAP es técnicamente apta para el coprocesado, y los marcos institucionales necesarios para implementar las recomendaciones de este capítulo están disponibles. Las recomendaciones de este capítulo buscan ser un insumo útil para que los actores competentes identifiquen por dónde comenzar, qué coordinaciones son críticas y qué opciones están disponibles en cada dimensión. La definición de prioridades, plazos y responsabilidades específicas corresponde a quienes tienen el mandato y las atribuciones para hacerlo.



7.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

7. Referencias y bibliografía

- Advanced Motor Fuels TPC & IEA Bioenergy TPC. (2020). *The Role of Renewable Transport Fuels in Decarbonizing Road Transport - Production Technologies and Costs*. Obtenido de <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/11/Production-Technologies-and-Costs.pdf>
- Aegex Technologies. (2024). *How Used Cooking Oil (UCO) Recycling Boosts Sustainable Fuel and Maximizes Opportunities for Carbon Credits*. Obtenido de <https://aegex.com/about/events/how-used-cooking-oil-uco-recycling-boosts-sustainable-fuel-and-maximizes-opportunities-for-carbon-credits>
- Aguas Andinas. (2025). *Aguas Andinas junto al MOP y el municipio de Quinta Normal lanzan la campaña “Cuidar la alcantarilla suena bien”*. Obtenido de https://www.aguasandinas.cl/web/aguasandinas/noticias/-/asset_publisher/mv8Gi69FCubE/content/aguas-andinas-junto-al-mop-y-el-municipio-de-quinta-normal-lanzan-la-campa%25C3%25B1a-cuidar-la-alcantarilla-suena-bien-
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2013). *Decreto 456 de 2013 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.* Obtenido de Secretaría Jurídica Distrital: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54978>
- Allied Market Research. (2024). *Used Cooking Oil Market (2024-2035)*.
- ALUR. (11 de Febrero de 2026). ALUR/Hinicio. (Hinicio, Entrevistador)
- ALUR. (s.f.). *La energía se transforma*. Obtenido de <https://www.alur.com.uy/la-energia-se-transforma/>
- ANCAP. (s.f.). *Biodiesel*. Obtenido de <https://www.ancap.com.uy/1592/1/biodiesel.html>
- Ang, R. (18 de Octubre de 2023). *Argus Media*. Obtenido de South Korean consortium to acquire UCO, tallow supplier: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2500014-south-korean-consortium-to-acquire-uco-tallow-supplier>
- Argus. (2024). *Webinar: The fight for feedstocks: UCO markets in 2024 and beyond*.
- Asograsas. (2016). *Nuestras Actividades*. Obtenido de <https://www.asograsas.com/informacion-gremial/>
- Baker Commodities Blog. (30 de September de 2025). *The Journey of UCO: From Restaurant to Recycling Plant*. Obtenido de <https://bakercommodities.com/blog/2025/09/30/uco-recycling-journey/>
- Bazina, N., Ahmed, T., Almdaaf, M., Hallalah, H. M., & Jibia, S. (2025). *Chemical Changes in Deep-Fat Frying: Reaction Mechanisms, Oil Degradation, and Health Implications*. Wiley.
- Benavides, A., & Lozano-Moreno, J. (2018). Waste cooking oil logistics and environmental assessment for biodiesel production in Cali. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. doi:<https://doi.org/10.17533/udea.redin.n88a02>
- BioD. (11 de Febrero de 2026). Hinicio/BioD. (Hinicio, Entrevistador)

- BioEconomía. (18 de Octubre de 2024). *¿Uruguay volverá a mezclar biodiesel con gasoil?* Obtenido de <https://www.bioeconomia.info/2024/10/18/uruguay-volvera-a-mezclar-biodiesel-con-gasoil/>
- Biometil. (s.f.). *Biosoluciones Industriales*. Obtenido de <https://biometil.cl/>
- Bioprocess. (4 de Febrero de 2026). Entrevista Hinicio/Bioprocess. (Hinicio, Entrevistador)
- Bioprocess Group. (s.f.). *Productos*. Obtenido de <https://bioprocess.cl/productos/>
- Calderon, O. R., Tao, L., Abdullah, Z., Moriarty, K., Smolinski, S., Milbrandt, A., . . . Payne, C. (2024). *Sustainable Aviation Fuel (SAF) State-of-Industry Report: State of SAF Production Process*. NREL.
- Caras y Caretas. (2025). Obtenido de McDonald's y Axionlog: compromiso con el reciclaje y la sostenibilidad: <https://www.carasycaretas.com.uy/empresariales/mcdonalds-y-axionlog-compromiso-el-reciclaje-y-la-sostenibilidad-n85071>
- CEMPRE Uruguay. (2024). *ALUR comenzará el reciclaje de aceites usados*. Obtenido de <https://cempre.org.uy/alur-comenzara-el-reciclaje-de-aceites-usados/>
- CFC Common Fund for Commodities. (23 de Mayo de 2023). *CFC invests in used cooking oil recycler to boost circular economy in Colombia*. Obtenido de <https://www.common-fund.org/cfc-invests-used-cooking-oil-recycler-boost-circular-economy-colombia>
- Choa, S., Kim, J., Park, H.-C., & Heo, E. (2015). *Incentives for waste cooking oil collection in South Korea: A contingent valuation approach*. Science Direct.
- Chopra, S., & Costa, Ignacio. (2025). *Co-processed SAF via kerosene hydrotreater is low-cost and available*. Topsoe. Obtenido de <https://www.digitalrefining.com/article/1003359/co-processed-saf-via-kerosene-hydrotreater-is-low-cost-and-available>
- City of Columbus. (2026). *Fats, Oils, and Grease (FOG) Reduction Program*.
- Clean Fuels Alliance America. (13 de Septiembre de 2023). *Clean Fuels Releases Outlook on Global Supplies of Used Cooking Oil for Biodiesel and Renewable Diesel Production*. Obtenido de Clean Fuels Alliance America: <https://cleanfuels.org/clean-fuels-releases-outlook-on-global-supplies-of-used-cooking-oil-for-biodiesel-and-renewable-diesel-production/>
- Coherent Market Insights. (2026). *Used cooking oil market size and share analysis - Growth trends and forecasts (2026-2033)*. Obtenido de <https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/used-cooking-oil-market>
- Cornell Law School. (2026). *Legal Information Institute*. Obtenido de 40 CFR Part 80 - Subpart M - Renewable Fuel Standard: <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/part-80/subpart-M>
- DAR PRO Solutions. (2026). *FAQ*. Obtenido de <https://www.darlingii.com/darpro/faq>
- Darling Ingredients INC. (2024). *2024 Annual Report*.
- De Paz, C. H., & Alayón, B., & Hernández, M. (2018). *Co-Processing of Light Gasoil and Used Cooking Oil in a Hydrotreatment Industrial Unit*. Obtenido de <https://crimsonpublishers.com/pps/fulltext/PPS.000538.php>

- Diario Financiero. (2013). *Reciclaje de aceite vegetal estaría perder US\$130 millones anuales*. Obtenido de <https://www.df.cl/reciclaje-de-aceite-vegetal-evitaria-perder-us-130-millones-anuales>
- Douglas, S., James, H. F., & Stanley, C. (2008). *Principios de análisis instrumental*. Cengage Learning Editores.
- Ecopetrol. (5 de Noviembre de 2024). *Finalizó con éxito prueba de producción de combustible sostenible de aviación (SAF) en la refinería de Cartagena*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/noticias/detalle/finalizo-prueba-combustible-aviacion>
- ENAP. (s.f.). Obtenido de Kerosene de aviación: <https://www.enap.cl/relaciones-comerciales/productos/kerosene-de-aviacion>
- ENAP. (s.f.). *Sala de prensa*. Obtenido de En su refinería de Concón, la empresa procesó 350 mil litros de aceite usado de cocina de restaurantes y locales de comida rápida del país, transformándolo en un diésel bajo en carbono, denominado "Diésel Renovable Enap".: <https://www.enap.cl/sala-de-prensa/enap-produce-diesel-a-partir-de-aceite-usado-de-cocina>
- ENAP Refinerías S.A. (2019). Memoria Anual ERSA 2019. Obtenido de <https://www.enap.cl/files/get/1073>
- Entrevistas Hinicio . (2026). Actores relevantes en el mercado de UCO a nivel nacional e internacional.
- EPA. (2007). *National Service Center for Environmental Publications (NSCEP)*. Obtenido de National Pretreatment Program - Controlling Fats, Oils, and Grease Discharges from Food Service Establishments: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P10099TU.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2006%20Thru%202010&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQField>
- EPA. (7 de Enero de 2026). *Vegetable Oils and Animal Fats*. Obtenido de <https://www.epa.gov/emergency-response/vegetable-oils-and-animal-fats>
- FedeBiocombustibles. (s.f.). *Boletín #237 Mayo 23*. Obtenido de Energía Líquida Renovable: <https://fedebiocombustibles.com/en/boletin-biocombustibles-hoy-237/>
- FedEx. (20 de May de 2025). *FedEx Takes Delivery of Sustainable Aviation Fuel (SAF) from Neste at LAX*. Obtenido de <https://newsroom.fedex.com/newsroom/global-english/fedex-saf-neste-lax>
- FOGwise. (2023). *Foodservice - Fat, oil, and grease management guide (version 1)*.
- GAIN. (2024). *Vegetable Oil Market Overview*.
- Giam, S. (19 de Septiembre de 2025). *South Korea releases SAF roadmap, launches alliance*. Obtenido de Argus Media: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2733657-south-korea-releases-saf-roadmap-launches-alliance>
- Global Data. (2023). *UCO Supply Outlook*.

- Global Growth Insights. (2025). *Tamaño del mercado de aceite de cocina usado (UCO), participación, crecimiento y análisis de la industria, por tipos (aceite vegetal, aceite animal, aceite procesado), por aplicaciones (biodiesel, aceite de cocina, oleoquímicos, otros), e información regi.* Obtenido de <https://www.globalgrowthinsights.com/es/market-reports/used-cooking-oil-uco-market-122114>
- Grease Cycle. (2026). *Used Cooking Oil Recycling & Pickup for Restaurants.* Obtenido de <https://grease-cycle.com/cooking-oil-recycling-services/>
- Grinsven, A. v., Toorn, E. v., van der Veen, R., & Kampman, B. (2020). *Used Cooking Oil (UCO) as biofuel feedstock in the EU.* CE Delft.
- Grinsven, A. v., Toorn, E. v., Veen, R. v., & Kampman, B. (2020). *Used Cooking Oil (UCO) as biofuel feedstock in the EU.* CE Delft.
- Gross, K. (2025). *Guinness World Records.* Obtenido de Royal flush: world's largest fatberg clogged London sewage pipe and cost city £220,000: <https://www.guinnessworldrecords.com/news/2025/2/royal-flush-worlds-largest-fatberg-clogged-london-sewage-pipe-and-cost-city-220000>
- Gualdrón, M. V. (s.f.). *Aceite usado para convertirlo en Biocombustible: Excelente Opción.* Obtenido de Vanguardia Blog: <https://blogs.vanguardia.com/medio-ambiente/sin-categoria/1519-aceite-usado-para-convertirlo-en-biocombustible-excelente-opcion>
- GuGuDu. (18 de Diciembre de 2025). *You learn tricks to reduce it': the smart bins measuring food waste in South Korea.* Obtenido de https://www.read4f.com/articles/guardian/2025_dec_18_smart-bins-measuring-food-waste-south-korea
- Gyandoh, E., & Gomez, J. (2025). *Techno-Economic Analysis (TEA) of Civilian Sustainable Aviation Fuel (SAF) – A systematic review of Hydrotreated Esters and Fatty Acids (HEFA) and Lignocellulosic Biomass Conversion (LCBC) Strategies.* Science Direct.
- HD Hyundai Oilbank. (2026). *HD Hyundai Oilbank in numbers.* Obtenido de <https://www.hd-hyundaioilbank.co.kr/eng/main/index.do>
- Hinicio, E. (2026). Actores relevantes en el mercado de UCO a nivel nacional e internacional.
- IATA. (2023). *La producción de SAF seguirá creciendo, pero exige apoyo político para diversificar sus fuentes de producción.* Obtenido de <https://www.iata.org/en/pressroom/pressroom-archive/2023-releases/2023-06-06-01/>
- IATA. (2025). *La implantación de la tecnología SAF, principal obstáculo para la descarbonización de la aviación, según estudio reciente de IATA, frente a la disponibilidad de materias primas.*
- ICAO. (2025). *CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels.*
- ICAO. (s.f.). *On board of a sustainable future.*
- ICCT. (2022). *An estimate of current collection and potential collection of used cooking oil from major Asian exporting countries.*
- IEA. (2020). *IEA - Advanced Motor Fuels ANNUAL REPORT 2020.* Republic of Korea.

- IEA. (2022). *Is the biofuel industry approaching a feedstock crunch?* Obtenido de <https://www.iea.org/reports/is-the-biofuel-industry-approaching-a-feedstock-crunch>
- IEA. (2023). *Renewables 2023 – Analysis and forecast to 2028*. International Energy Agency.
- IEA. (2025). *Aviation*. Obtenido de <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation>
- IEA. (2025). *Delivering Sustainable Fuels: Pathways to 2035*.
- IEA. (s.f.). *Advanced Motor Fuels in Republic of Korea*. Obtenido de https://iea-amf.org/content/publications/country_reports/korea
- IEA AMF. (2020). *IEA Advanced Motor Fuels Technology Collaboration Programme*.
- IEA AMF. (s.f.). *Fuel properties*. Obtenido de https://www.iea-amf.org/content/fuel_information/paraffins/fuel_properties
- Index Methodology Factsheet. (2023). *GX0011321: SAF JET FUEL NWE HEFA PRODUCTION COST MODEL A MAX JET*. Obtenido de https://cdn.prod.website-files.com/66714e1c2619c7a845c1206e/66b4818d7f5f978acd1d0303_GX0011321%20-%20NWE%20HEFA%20Production%20Cost.pdf
- Index Methodology Factsheet. (2023). *GX0011758: HVO HEFA NWE NETHERLANDS PRODUCTION COST MODEL A MAX HVO*. Obtenido de https://cdn.prod.website-files.com/66714e1c2619c7a845c1206e/66b4a79d812b93f192d282c5_GX0011758%20-%20HVO%20HEFA%20NWE%20Production%20Cost%20Model.pdf
- Index Methodology Factsheet. (2024). *GX0013237: SAF HEFA (UCO) JET FUEL SINGAPORE PRODUCTION COST MODEL B MAX JET*. Obtenido de https://cdn.prod.website-files.com/66714e1c2619c7a845c1206e/66b48a69caa599bd051ba704_GX0013237%20-%20Singapore%20HEFA%20Production%20Cost.pdf
- Index Methodology Factsheet. (2024). *GX00133271: HVO HEFA (UCO) SINGAPORE PRODUCTION COST MODEL C 50:50*. Obtenido de <https://factsheets-gx.co/GX0013327.pdf>
- IndexMundi. (2026). *Consumo doméstico de productos agrícolas en Chile*. Obtenido de <https://www.indexmundi.com/agriculture/?pais=cl&producto=aceite-de-soja&variable=consumo-domestico&l=es>
- INE. (2026). *Estimaciones y proyecciones de población base 2024*. Obtenido de https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/prensa-y-comunicacion/eep2024.pdf?sfvrsn=f8847283_2
- INE. (s.f.). *Censo 2024*. Obtenido de <https://censo2024.ine.gob.cl/>
- Intendencia de Montevideo. (15 de Septiembre de 2020). *El aceite doméstico que se transforma en energía*. Obtenido de <https://montevideo.gub.uy/noticias/medio-ambiente-y-sostenibilidad/el-aceite-domestico-que-se-transforma-en-energia>
- Intendencia de Montevideo. (2 de Octubre de 2020). *Recicla el aceite doméstico*. Obtenido de <https://montevideo.gub.uy/noticias/medio-ambiente-y-sostenibilidad/recicla-el-aceite-domestico>
- ISCC. (2023). *ISCC CORSIA 203: Traceability and chain of custody*.

- ISCC. (2024). *EU Report 2022: Discrepancies in reported quantities of Used Cooking Oil (UCO)*. Obtenido de <https://www.iscc-system.org/news/eu-report-2022-discrepancies-in-reported-quantities-of-used-cooking-oil-uco/>
- ISCC. (2025). *Update on ISCC EU Certifications for Waste- and Residue Based Biofuels*.
- ISCC. (2026). *All ISCC Certificates*. Obtenido de <https://www.iscc-system.org/certification/certificate-database/all-certificates/>
- Jeon, Y. (2024). *Vegetable Oil Market Overview*. Seúl: USDA.
- khan, R., Kaithwas, S., Dhawane, S. H., Choudhary, P., & Anant, R. (2025). *Synergistic thermocatalytic cracking and in-situ hydrogenation of waste cooking oil for co-production of sustainable aviation fuel and clean hydrogen*. Science Direct.
- Kim, M. (10 de December de 2024). *Can South Korea's aviation industry pivot to green skies?* Obtenido de <https://ieefa.org/resources/can-south-koreas-aviation-industry-pivot-green-skies>
- Kim, M. (13 de March de 2025). *South Korea's recycling systems could propel sustainable aviation fuel (SAF) leadership potential*. Obtenido de <https://ieefa.org/resources/south-koreas-recycling-systems-could-propel-sustainable-aviation-fuel-saf-leadership>
- Kim, W.-S., Sung, S.-H., & Kim, H.-K. (24 de January de 2025). *South Korean oil refiners to jointly build SAF plant*. Obtenido de <https://www.kedglobal.com/energy/newsView/ked202501240004>
- Knight, C., & Martin, C. (10 de Enero de 2025). *EE.UU. emite guía fiscal 45Z para combustibles bajos en carbono*. Obtenido de Argus Media: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2646162-us-issues-45z-tax-guidance-for-low-carbon-fuels>
- Kristiana, T., Baldino, C., & Searle, S. (2022). *An estimate of current collection and potential collection of used cooking oil from major Asian exporting countries*. International Council on Clean Transportation.
- Kroyan, Y., Wojcieszuk, M., Kaario, O., & Larmi, M. (2022). *Modeling the impact of sustainable aviation fuel properties on end-use performance and emissions in aircraft jet engines*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124470>
- Kumar, A., Bhayana, S., Kumari Singh, P., Dutt Tripathi, A., Paul, V., Balodi, V., & Agarwal, A. (2025). *Valorization of used cooking oil: challenges, current developments, life cycle assessment and future prospects*. Discover. doi:<https://doi.org/10.1007/s43621-025-00905-7>
- Kumar, A., Bhayana, S., Singh, P. K., Tripathi, A. D., & Paul, V. (2025). *Valorization of used cooking oil: challenges, current developments, life cycle assessment and future prospects*. Discover Sustainability.
- L.E.K. Consulting. (2025). *Finance and Investment Masterclass*.
- La República. (28 de Abril de 2022). *Empresas dan segunda oportunidad a el aceite usado por el medio ambiente*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/empresas-dan-segunda-oportunidad-a-el-aceite-usado-por-el-medio-ambiente-3352177>

- Ladera Sur. (2019). *Aceite de freír: la contaminación silenciosa de las aguas*. Obtenido de <https://laderasur.com/articulo/aceite-de-freir-la-contaminacion-silenciosa-de-las-aguas/>
- Legis Comex. (2026). *Reporte de exportación de aceites usados*.
- Li, Y., Wang, F., Fu, X., & Wu, Y. (2026). *UCO provides greater carbon reduction potential than plant oils across diverse biodiesel production technologies*. Science Direct.
- Loizides, M., Loizidou, X., Orthodoxou, D., & Petsa, D. (2019). *ircular Bioeconomy in Action: Collection and Recycling of Domestic Used Cooking Oil through a Social, Reverse Logistics System*. doi:https://doi.org/10.3390/recycling4020016?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
- Martí, F. T., Mathieu, Y., & Corma, A. (2025). *Cracking of hydrotreated waste fats and oils over zeolites for renewable propene production. Part II: Cracking of Hydrotreated & isomerized paraffinic products derived from the Hydroprocessed Esters and Fatty Acids (HEFA) process*. Science Direct.
- MDPI. (2019). *Circular Bioeconomy in Action: Collection and Recycling of Domestic Used Cooking Oil through a Social, Reverse Logistics System*.
- Ministerio de Ambiente. (2017). *DOCUMENTO DE SOPORTE TÉCNICO PRELIMINAR “Por la cual se establecen disposiciones relacionadas con la gestión de los aceites de cocina usados y se dictan otras disposiciones”*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente. (2018). *Ministerio de Ambiente reglamenta disposición de aceites de cocina usados en el país*. Obtenido de <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3673-ministerio-de-ambiente-reglamenta-disposicion-de-aceites-de-cocina-usados-en-el-pais>
- Ministerio de Ambiente del Uruguay. (2021). *Plan Nacional de Gestión de Residuos*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1 de Marzo de 2018). *Resolución 0316 de 2018*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-0316-de-2018/>
- Miriam Webster. (s.f.). *Dictionary*. Obtenido de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/fatberg>
- MMA. (s.f.). *Economía circular*. Obtenido de Ley marco 20.920 para la gestión de residuos: <https://economiacircular.mma.gob.cl/ley-rep/>
- Modor Intelligence. (22 de August de 2025). *Global Used Cooking Oil Market Source: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/used-cooking-oil-market*. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/used-cooking-oil-market>
- Montana Renewables. (s.f.). *PROJECT SUMMARY*. Obtenido de <https://www.energy.gov/edf/montana-renewables>
- Morciani, J. (23 de June de 2025). *Used cooking oil (UCO) price forecast: a cornerstone feedstock for sustainable aviation fuel*. Obtenido de

<https://www.fastmarkets.com/insights/used-cooking-oil-forecast-a-cornerstone-feedstock-for-sustainable-aviation-fuel/>

Morrison, M., & Beinarovica, J. (2023). *Synthetic/Sustainable Aviation Fuel Mapping*. Optimat.

Muta World. (4 de Febrero de 2026). Entrevista Hinicio/Muta. (Hinicio, Entrevistador)

Nederlandse Biodiesel uit Afval Alliantie. (s.f.). *Used Cooking Oil (UCO) - Availability, demand and impact of the ReFuelEU proposal*. Obtenido de [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=55016e52024675f9e1ad6647ae1952f4564870132a6768eb2c341e56f6efe553JmItdHM9MTc3MzI3MzYwMA&pptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=3c9035c4-13f5-6e5d-1148-207712ea6fdb&psq=Used+Cooking+Oil+\(UCO\)+availability%2c+demand+and+impact+of+the+ReFuelEU](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=55016e52024675f9e1ad6647ae1952f4564870132a6768eb2c341e56f6efe553JmItdHM9MTc3MzI3MzYwMA&pptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=3c9035c4-13f5-6e5d-1148-207712ea6fdb&psq=Used+Cooking+Oil+(UCO)+availability%2c+demand+and+impact+of+the+ReFuelEU)

OACI. (2025). *Estudio de factibilidad sobre el uso de combustibles sostenibles de aviación en Chile*. Obtenido de https://www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/Documents/ACT-SAF/Estudio_de_factibilidad_Chile.pdf

OACI. (2026). *SAF Conversion processes*. Obtenido de <https://www.icao.int/SAF/saf-conversion-processes#>

Observatorio Ambiental. (2019). *Aceite de cocina, otra amenaza para los acuíferos*. Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/aceite-de-cocina-otra-amenaza-para-los-acuiferos/>

OCCRP. (4 de July de 2023). *How Biofuels Scams Have Undermined A Flagship EU Climate Policy*. Obtenido de <https://www.occrp.org/en/investigation/how-biofuels-scams-have-undermined-a-flagship-eu-climate-policy>

ODECU. (2023). *Estudio de aceites vegetales comestibles: análisis de rotulación de productos disponibles en el mercado nacional*.

OECD. (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*. Obtenido de OECD Data Explorer: [https://data-explorer.oecd.org/vis?fs\[0\]=Topic%2C1%7CAgriculture%20and%20fisheries%23AGR%23%7CAgricultural%20trade%20and%20markets%23AGR_TRD%23&pg=0&f=c=Topic&bp=true&snb=5&si=2&vw=tb&df\[ds\]=dsDisseminateFinalDMZ&df\[id\]=DS_D_AGR%40DF_OUTLOOK_2023_2032&df\[ag](https://data-explorer.oecd.org/vis?fs[0]=Topic%2C1%7CAgriculture%20and%20fisheries%23AGR%23%7CAgricultural%20trade%20and%20markets%23AGR_TRD%23&pg=0&f=c=Topic&bp=true&snb=5&si=2&vw=tb&df[ds]=dsDisseminateFinalDMZ&df[id]=DS_D_AGR%40DF_OUTLOOK_2023_2032&df[ag)

Oficina de Planeamiento y Presupuesto. (2024). *Censo Nacional 2023 contabilizó 3.499.451 habitantes en Uruguay*. Obtenido de <https://opp.gub.uy/es/noticias/censo-nacional-2023-contabilizo-3499451-habitantes-en-uruguay#:~:text=Con%20respecto%20a%20la%20distribuci%C3%B3n%2C%20Monitevideo%20es,m%C3%A1s%20reducidas%2C%20como%20Flores%2C%20con%206.271%20habitantes.>

Oil & Energy. (October de 2023). *Supply And Demand Report: Used Cooking Oil*. Obtenido de <https://oilandenergyonline.com/articles/all/supply-and-demand-report-used-cooking-oil/>

Oils & Fats International. (27 de Septiembre de 2023). *Clean Fuels publishes outlook on global UCO supply for biodiesel and renewable diesel production*. Obtenido de Oils

- & Fats International: <https://www.ofimagazine.com/news/clean-fuels-publishes-outlook-on-global-uco-supply-for-biodiesel-and-renewable-diesel-production>
- Palmer, W. (2 de Diciembre de 2021). *United Flies World's First Passenger Flight On 100% Sustainable Aviation Fuel Supplying One Of Its Engines*. Obtenido de GE Aerospace: <https://www.ge.com/news/reports/united-flies-worlds-first-passenger-flight-on-100-sustainable-aviation-fuel-supplying-one>
- Phillips 66. (s.f.). *Rodeo Renewable Energy Complex*. Obtenido de <https://www.phillips66.com/rodeo-renewable-energy-complex/>
- Presidencia Uruguay. (20 de Octubre de 2002). *Ley N° 17.567 de fecha 20/10/2002*. Obtenido de <https://www.gub.uy/presidencia/institucional/normativa/ley-n-17567-fecha-20102002>
- Presidencia Uruguay. (2007). *Ley N° 18195*. Obtenido de Registro Nacional de Leyes y Decretos: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18195-2007>
- Reciclo Aceite. (s.f.). *Preguntas Frecuentes*. Obtenido de <https://www.recicloaceite.cl/pages/preguntas-frecuentes>
- Renewable Energy Magazine. (31 de Octubre de 2022). *Asociaciones sudamericanas firman un manifiesto en defensa del avance integral de los biocombustibles*. Obtenido de Bioenergía: <https://www.energias-renovables.com/bioenergia/asociaciones-sudamericanas-firman-un-manifiesto-en-defensa-20221031>
- Repsol. (2023). *Renewable fuels*. Obtenido de Oil, a culinary treasure that can (and should) be recycled: <https://www.repsol.com/en/energy-move-forward/energy/oil-culinary-treasure-can-and-should-be-recycled/index.cshtml>
- RETC. (2026). *Residuos (Disposición fuera de sitio)*. Obtenido de <https://datosretc.mma.gob.cl/group/residuos>
- Rhee&K International. (2025). *The South Korean SAF Feedstock Market*. Obtenido de <https://www.tradernk.com/about-1>
- S&P Global. (18 de Octubre de 2023). *SK Energy boosts Korean SAF ambitions with 40% stake in largest UCO collector*. Obtenido de <https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/agriculture/101823-sk-energy-boosts-korean-saf-ambitions-with-40-stake-in-largest-uco-collector>
- S&P Global. (2026). *Sustainable aviation fuels: feedstock and carbon credits (SAF Conference Latam - March 2026)*.
- Sang-pil, J. (8 de Mayo de 2025). *Energy Platform News*. Obtenido de Las exportaciones de aceite de cocina usado se duplicaron en el primer trimestre de este año, y las importaciones también aumentaron un 58%.: <https://www.e-platform.net/news/articleView.html?idxno=93222>
- Santander-Bossio, M., Silva-Ortega, J., Cantero-Rodelo, R., Torres-Salazar, P., Rivera-Alvarado, J., Moreno-Rocha, C., & Milánes-Batista, C. (2025). *From Waste to Energy: Cooking Oil Recycling for Biodiesel in Barranquilla, Colombia*. MDPI.

- SGS. (8 de Octubre de 2025). *The Republic of Korea: new diesel specification allows up to 7% v/v biodiesel*. Obtenido de <https://inspire.sgs.com/content/101105674/the-republic-of-korea-new-diesel-specification-allows-up-to-7-v-v-biodiesel>
- Shell. (2024). *Co-processing*. Obtenido de <https://www.shell.com/business-customers/catalysts-technologies/licensed-technologies/benefits-of-biofuels/co-processing.html>
- Somwanshi, R., & Jun, C. W. (24 de Febrero de 2025). *S&P Global*. Obtenido de Interactive: Global UCO markets see trade flow shifts on changing policy, supply dynamics: <https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/latest-news/agriculture/022125-interactive-used-cooking-oil-market-trade-dynamics-uco-prices>
- Stratas Advisors. (2024). *UCO Imports: Unfair Competition with EU UCO Industry?*
- Subrayado News. (27 de Junio de 2022). *Así funciona la planta de ALUR que trabaja en el reciclaje del aceite de cocina usado*. Obtenido de <https://www.subrayado.com.uy/asi-funciona-la-planta-alur-que-trabaja-el-reciclaje-del-aceite-cocina-usado-n872475>
- Sun, D. (6 de Enero de 2025). *S Korea's SK Energy supplies first SAF cargo to Europe*. Obtenido de Argus media: <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2644170-s-korea-s-sk-energy-supplies-first-saf-cargo-to-europe>
- T&E. (2024). *Used Cooking-Oil: The Certified Unknown*.
- Thames Water. (2025). *Keep Christmas out of the drains: Grandchild of the Whitechapel fatberg delivers a festive warning*. Obtenido de <https://www.thameswater.co.uk/news/2025/dec/whitechapel-fatberg-plus-christmas-fog>
- The European biofuels market was born out of the need to reduce GHG emissions in the road transport sector.* (s.f.). Obtenido de Resources: <https://www.ewaba.eu/resources>
- The Global Economy. (2022). *Colombia: Biodiesel production*. Obtenido de https://www.theglobaleconomy.com/Colombia/biodiesel_production/
- TIC Council. (2025). *White Paper - Energy Transition Commodities: Used Cooking Oil*.
- Topsoe. (2026). *Unlocking SAF production via co-processing - Sustainable Aviation Futures LATAM Sao Paulo (Brazil)*.
- U.S. Energy Information Administration. (26 de Septiembre de 2025). *U.S. Renewable Diesel Fuel and Other Biofuels Plant Production Capacity*. Obtenido de Petroleum & Other Liquids: <https://www.eia.gov/biofuels/renewable/capacity/>
- Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua. (2025). *Biocombustibles en Uruguay: Energía que Nace de la Tierra*. Obtenido de <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/comunicacion/noticias/biocombustibles-uruguay-energia-nace-tierra>
- Uruguay XXI. (03 de marzo de 2026). *Directorio de exportadores (Desde: Enero de 2010 - Hasta: Junio de 2026 - Exportó en categoría: Margarina y aceites - Exportó en ncm:*

- 1518). Obtenido de https://herramientas.uruguayxxi.gub.uy/directorio_de_exportadores/index.php?n=&md=1&ad=2010&mh=6&ah=2026&pa=Todos&cat=26&ncm=1518
- Valero. (s.f.). *Innovation and Unmatched Execution*. Obtenido de Creating low-carbon fuels from primarily recycled animal fats, used cooking oil and inedible corn oil.: <https://www.valero.com/renewables/renewable-diesel>
- van Hoof, B., & Aguilar-Hernandez, G. (2025). *Circular economy policy resilience and robustness in Latin America and the Caribbean*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146755>
- Vuelo Limpio. (2024). *Hoja de Ruta SAF 2050: Combustibles de aviación sostenibles*.
- Water UK. (s.f.). *Fats block pipes*. Obtenido de <https://www.water.org.uk/fatsblockpipes>
- Yaghi, M., Chidiac, S., Awad, S., Rayess, Y. E., & Zgheib, N. (2025). *Una visión general de la producción de biodiésel mediante catalizadores heterogéneos: síntesis, avances actuales y desafíos*. MDPI.
- Yu, K.-Y. (2018). *Volume Based Waste Fee(VBMF) System for Municipal Solid Waste*. Obtenido de <https://www.seoulsolution.kr/en/content/6326>
- Zhana. (2 de Febrero de 2026). Hinicio/Zhana. (Hinicio, Entrevistador)

**ESTUDIO DEL MERCADO DE
ACEITES USADOS DE COCINA EN
CHILE Y SU POTENCIAL COMO
INSUMO PARA ELABORAR DIÉSEL
RENOVABLE Y SAF**
