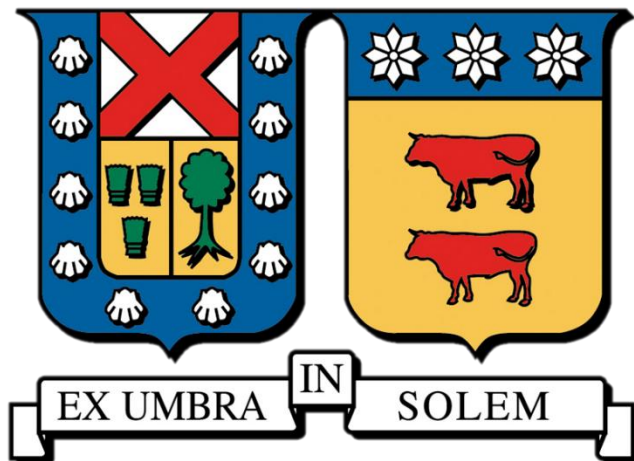


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALURGICA Y DE MATERIALES
SANTIAGO - CHILE



**PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS PARA
LA ASOCIACIÓN INDUSTRIAL DE MEJILLONES BAJO EL
MARCO DE LA LEY REP**

HELENA ROCÍO MENESES MOREIRA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL DE MINAS

PROFESORA GUÍA: DRA. MARÍA BELEN BARRAZA SANDOVAL

PROFESOR COMISIÓN: TOMÁS ROQUER RODRÍGUEZ

PROFESORA COMISIÓN: GISELLA PALMA LIRA

ENERO 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS PARA LA ASOCIACIÓN INDUSTRIAL DE MEJILLONES BAJO EL MARCO DE LA LEY REP

Nombre del candidato(a): Helena Rocío Meneses Moreira

Carrera / Grado: Ingeniería Civil de Minas

Campus: San Joaquín

Departamento: Minas, Metalurgia y Minerales

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, María Belén Barraza Sandoval, en mi calidad de profesora guía del trabajo académico mencionado anteriormente
DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 19-01-26 **Firma:**

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 20 de enero de 2026 **Firma:**

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

La industria minera chilena, motor histórico del desarrollo productivo del país, enfrenta hoy el desafío de sostener su crecimiento mientras reduce los impactos asociados a la generación de residuos. Este desafío se vuelve especialmente relevante en territorios estratégicos como la comuna de Mejillones, donde la actividad minera converge con operaciones energéticas y portuarias, intensificando la producción de residuos no peligrosos y tensionando la capacidad de gestión local. En este contexto, la Asociación Industrial de Mejillones (AIM) presenta un manejo predominantemente lineal y con baja priorización operativa, lo que exacerba ineficiencias y se aleja de las tendencias internacionales y nacionales que avanzan hacia la valorización y trazabilidad como lo ejemplifican la Ley N.º 20.920 (Ley REP) y su Decreto Supremo N.º 12/2020.

La presente memoria tiene como objetivo desarrollar un plan de gestión de residuos no peligrosos —papel, cartón, plásticos y metales— para las empresas socias de la AIM, orientado a optimizar la segregación y valorización mediante un modelo colaborativo. La metodología incluyó una revisión del marco normativo y de modelos de gestión relevantes (GWMO, Economía Circular, ISO 14001), complementada con un diagnóstico cuantitativo utilizando datos del SINADER para 15 empresas seleccionadas. Este diagnóstico evidencia una gestión heterogénea: aunque los metales muestran buenas tasas de recuperación, persiste una brecha crítica en plásticos y cartones, los cuales terminan mayoritariamente como “residuos industriales” mixtos —550 toneladas reportadas— perdiendo su valor económico y ambiental.

El resultado del presente trabajo contempla la propuesta de un sistema de gestión colectivo, el cual integra: (1) Estándares de segregación en origen bajo NCh 3322:2013; (2) Un modelo logístico colaborativo con un centro de acopio y transferencia (CAT) para la consolidación y densificación de carga; y (3) Una plataforma digital para asegurar la trazabilidad y reportabilidad normativa. La implementación se propone en una estrategia escalonada de cinco fases (2026-2035), priorizando inicialmente a los grandes generadores para asegurar la sostenibilidad financiera.

El estudio realizado permite concluir que la gestión colectiva de residuos es técnica y económicamente viable, permitiendo a las empresas de la AIM superar las barreras de costos logísticos individuales, cumplir anticipadamente las metas de la Ley REP y transitar hacia un modelo de economía circular territorial que reduce la huella de carbono y formaliza la valorización de residuos en la región.

Palabras Clave: Residuos Industriales No Peligrosos, Ley REP, Gestión Colectiva, Economía Circular, Mejillones, Trazabilidad

ÍNDICE

1. Introducción.....	8
1.1 Objetivos.....	10
1.1.1 Objetivo General	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
2. Alcances.....	10
3. Marco teórico.....	11
3.1 Residuos	11
3.1.1 Clasificación de residuos	11
3.1.2 Residuos industriales no peligrosos considerados en el estudio.....	12
3.2 Asociación industrial de Mejillones	13
3.2.1 Ubicación.....	14
3.2.2 Empresas socias.....	15
3.2.3 Empresas seleccionadas para el estudio	17
3.3 Marco legal y regulatorio	18
3.3.1 Acuerdos internacionales.....	18
3.3.2 Lineamientos estratégicos en Chile	21
3.3.3 Normativa ambiental general de Chile	25
3.3.4 Normativa aplicada a la gestión de residuos	25
3.4 Gestión.....	29
3.4.1 Modelos de gestión aplicables al manejo de residuos industriales.....	29
3.4.2 Elementos clave de un sistema de gestión de residuos.....	32
3.4.3 Indicadores de gestión y desempeño	32
3.4.4 Barreras.....	33
4. Metodología.....	36
4.1 Revisión bibliográfica de antecedentes normativos y técnicos	36
4.2 Diagnóstico de la situación actual en la Asociación Industrial de Mejillones	37
4.3 Diseño del plan de gestión.....	38
4.4 Propuestas de implementación	39
4.5 Evaluación y monitoreo del plan de gestión.....	40

5. Resultados	42
5.1 Revisión bibliográfica de antecedentes normativos y técnicos	42
5.2 Diagnóstico de la situación actual en la Asociación Industrial de Mejillones	46
5.2.1 Generación de residuos por empresas AIM.....	47
5.2.2 Empresas receptoras de residuos	51
5.3 Diseño del plan de gestión.....	54
5.3.1 Segregación en el origen.....	54
5.3.2 Almacenamiento temporal.....	56
5.3.3 Recolección, transporte y disposición interna	58
5.3.4 Valorización o disposición final segura	60
5.3.5 Educación y capacitación	61
5.3.6 Trazabilidad	62
5.4 Propuesta de implementación.....	63
5.4.1 Estrategia de implementación escalonada	64
5.4.2 Plan de acción interno.....	67
5.4.3 Protocolo de almacenamiento temporal	68
5.4.4 Programa de capacitación y sensibilización ambiental	69
5.5 Evaluación y monitoreo del plan de gestión.....	69
5.5.1 Propuesta de KPI	70
5.5.2 Diseño web	70
6. Conclusiones	74
7. Desafíos.....	76
8. Bibliografía	78
9. Anexos	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa referencial de mejillones. Fuente: Google Maps (2025).	15
Figura 2: Empresas asociadas a AIM en zona de estudio. Fuente: Elaboración AIM (2025).	18
Figura 3: Etapas metodológicas del diagnóstico de residuos no peligrosos en la asociación industrial de Mejillones. Fuente: Elaboración propia (2025).	38
Figura 4: Metodología de diseño de plan de gestión de residuos no peligrosos en la asociación industrial de Mejillones. Fuente: Elaboración propia (2025).	39
Figura 5: Metodología de implementación de plan de gestión Fuente: Elaboración propia (2025).	40
Figura 6: Iniciativas internacionales para sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia (2025).	42
Figura 7: Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia (2025).	43
Figura 8: Lineamientos nacionales para la gestión de residuos. Fuente: Elaboración propia (2025)	43
Figura 9: Modelos de gestión aplicables. Fuente: Elaboración propia (2025).	45
Figura 10: Elementos clave para una gestión de residuos moderna. Fuente: Elaboración propia (2025).	46
Figura 11: Toneladas de residuos no peligroso generado por empresas socias en el año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025)	47
Figura 12: Toneladas de tipos de residuos no peligrosos generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).	48
Figura 13: Toneladas de residuos no peligrosos de mezcla de residuos industriales generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).	49
Figura 14: Toneladas de residuos no peligrosos tipo plásticos generados por empresas de la AIM año 2023 Fuente: Elaboración propia (2025).	49
Figura 15: Toneladas de residuos no peligrosos tipo papel y cartones generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).	50
Figura 16: Toneladas de residuos no peligrosos tipo metales generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).	51
Figura 17: Ejemplo de contenedores para espacios comunes. Fuente: Ecocontenedores (2025)	55
Figura 18: Disposición correcta de cartón previo a retiro. Fuente: Embalajeselección (2025).	59
Figura 19: Disposición correcta de plásticos previo a retiro de gestor. Fuente: Cairplas (2025)	59
Figura 20: Manejo de metales/chatarra previo a retiro. Fuente: Metalesriobravo (2025).	60
Figura 21: Proyección espacial de la implementación escalonada del plan de gestión en la zona industrial de Mejillones. Fuente: Elaboración propia (2025).	66

Figura 22: Interfaz de reporte mensual de residuos en plataforma AIM. Fuente: Elaboración propia (2025).	71
Figura 23: Transparencia AIM. Fuente: Elaboración propia (2025).	72
Figura 24: Visualización de datos interactivo. Fuente: Elaboración propia (2025).	72
Figura 25: Acceso a documentos históricos de reportabilidad y descarga. Fuente: Elaboración propia (2025).	73
Figura 26: Empresas receptoras asociadas a AIM. Fuente: Elaboración propia (2025).	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Empresas socias AIM Fuente: Elaboración propia (2025).	16
Tabla 2: Metas de recolección y valorización de envases no domiciliarios Fuente: MMA,2020.	28
Tabla 3: Indicadores de gestión Fuente: Elaboración propia (2025).	33
Tabla 4: Protocolo de segregación con contenedores. Fuente: Elaboración propia (2025)..	57
Tabla 5 : Proyección de la implementación escalonada del mapa mostrado. Fuente: Elaboración propia (2025).....	66
Tabla 6: Indicadores de gestión AIM. Fuente: Elaboración propia (2025)	70
Tabla 7: Generación de residuos por empresas AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).	82

1. Introducción

A nivel mundial, la generación de residuos industriales se ha convertido en uno de los desafíos ambientales más urgentes del siglo XXI (1). El crecimiento acelerado de los sectores productivos, junto con patrones de consumo intensivos, ha impulsado un aumento sostenido de flujos de residuos que supera la capacidad de gestión de numerosos países (2). Esta situación genera impactos significativos sobre los ecosistemas, la salud y la eficiencia en el uso de recursos, afectando directamente el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables), ODS 13 (Acción por el Clima) y los ODS 14 y 15 relacionados con la protección de ecosistemas acuáticos y terrestres (3). Frente a este escenario, la transición hacia modelos de economía circular y gestión responsable de materiales se ha vuelto una prioridad global para asegurar la sostenibilidad a largo plazo (4).

En este contexto internacional, la minería chilena, sector estratégico para la economía y actor central en la transición energética global gracias a la producción de minerales críticos como el cobre y el litio, enfrenta crecientes desafíos para compatibilizar expansión productiva, sostenibilidad ambiental y expectativas sociales (5). A ello se suma la necesidad de fortalecer la licencia social para operar, un elemento decisivo en la continuidad de las faenas y cada vez más exigido por comunidades y organismos públicos (6). En paralelo, los compromisos climáticos internacionales suscritos por Chile imponen nuevas exigencias para reducir emisiones, gestionar recursos de forma más eficiente y transparentar los impactos del sector (7).

Este dinamismo productivo, potenciado por la transición energética global, ha incrementado también la generación de residuos derivados tanto de las operaciones mineras como del ecosistema de proveedores que las abastece (8). Chile, consolidado como el principal productor de cobre del mundo, ha articulado redes industriales complejas como la conformada por la Asociación Industrial de Mejillones (AIM), cuyas empresas proveen insumos, energía, logística y servicios esenciales para la cadena de valor minera en la región de Antofagasta (9). Sin embargo, este dinamismo ha venido acompañado de una externalidad persistente: el aumento sostenido de residuos industriales —particularmente residuos no peligrosos— cuya gestión no siempre se desarrolla con los niveles de eficiencia y trazabilidad que exigen las regulaciones y las expectativas actuales.

Históricamente, la gestión de residuos en operaciones industriales ha sido relegada a un plano secundario frente a las metas de continuidad operacional. Esto ha derivado en una cultura organizacional en la que los residuos se perciben como un subproducto sin valor, lo que se traduce en prácticas deficientes de segregación, escasa trazabilidad y una disposición final predominantemente lineal. Este escenario es especialmente preocupante considerando que

Chile figura entre los países de la OCDE con peor desempeño en la gestión de residuos, lo que evidencia la urgencia de adoptar enfoques más eficientes y sostenibles (10).

En respuesta a estos desafíos, los sistemas de gestión ambiental han adquirido un rol estratégico para orientar a las organizaciones hacia el cumplimiento regulatorio y la mejora continua. Estándares como ISO 14001, enfoques como el Integrated Solid Waste Management (ISWM) y los modelos basados en economía circular permiten estructurar procesos internos, estandarizar prácticas, clarificar roles y establecer indicadores que facilitan el monitoreo, la trazabilidad y la valorización de materiales (11). Diversos estudios han demostrado que la implementación de estos sistemas mejora el desempeño ambiental, reduce riesgos operacionales y reputacionales, permite a las empresas anticiparse y adaptarse mejor a normativas cada vez más exigentes (12). Para territorios industriales como Mejillones, donde convergen múltiples empresas con altos volúmenes de residuos, estos sistemas constituyen una base esencial para articular soluciones colaborativas y avanzar hacia operaciones más responsables.

En este contexto, la presente memoria surge como una respuesta directa a una necesidad identificada por la Asociación Industrial de Mejillones (AIM), con el objetivo de diseñar un plan de gestión de residuos industriales no peligrosos ajustado a la realidad operativa de sus empresas socias. La AIM ha identificado que la gestión individual resulta ineficiente y ha solicitado esta propuesta técnica para avanzar hacia un modelo colaborativo que permita mejorar la segregación, asegurar la trazabilidad, potenciar la valorización y elevar los estándares operacionales de forma colectiva. Este plan busca revertir la baja prioridad históricamente asignada a la gestión de residuos, integrando prácticas alineadas con tendencias internacionales y posicionando a Mejillones como un referente regional de industria y minería sustentable.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Desarrollar un plan de gestión para la correcta valorización y disposición de residuos no peligrosos (metales, papel, cartón, envases y embalajes) en la Asociación Industrial de Mejillones, alineado con la Ley REP de Chile.

1.1.2 Objetivos Específicos

- I. Diagnosticar la generación y manejo actual de los residuos no peligrosos en las industrias de la Asociación Industrial de Mejillones, con el fin de identificar brechas operacionales, normativas y logísticas que condicionan la valorización efectiva de estos residuos.
- II. Diseñar un plan de gestión que optimice la segregación, almacenamiento temporal y valorización de los residuos no peligrosos, para asegurar su alineamiento con las exigencias y metas de la ley REP, así como con las capacidades reales de las empresas asociadas.
- III. Proponer estrategias de implementación del plan de gestión que faciliten su correcta operación en terreno, incluyendo requisitos de infraestructura, procedimientos internos y definición de roles, con el propósito de garantizar una puesta en marcha eficiente, sostenible y replicable en el tiempo.

2. Alcances

La presente memoria desarrollará un plan de gestión enfocado exclusivamente en los residuos prioritarios industriales no peligrosos (metales, envases y embalajes, papel y cartón), dado que estos representan los principales flujos regulados por la Ley REP y poseen un alto potencial de valorización. El estudio considerará únicamente a las empresas pertenecientes a la Asociación Industrial de Mejillones ubicadas en la zona industrial de la comuna, correspondientes a un total de 15 organizaciones. Esta delimitación responde tanto a su proximidad territorial, que facilita la coordinación del manejo de residuos, como a la factibilidad de implementar sistemas de segregación y recolección diferenciada que incrementen las oportunidades de revalorización de materiales que, en condiciones convencionales, serían destinados a disposición final.

3. Marco teórico

3.1 Residuos

El término residuo se puede definir según la Real Academia Española (RAE) como un material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación (13) y según la legislación chilena se puede definir como sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente (14).

No obstante, en el uso cotidiano suele asociarse únicamente a “desechos” o “basura”, lo que reduce su comprensión e invisibiliza tanto su impacto como su potencial valor. En la actualidad, los residuos presentan uno de los principales desafíos ambientales, sociales y sanitarios a nivel global, por ello, su gestión adecuada resulta esencial para avanzar hacia un desarrollo sostenible y promover el bienestar de la sociedad.

3.1.1 Clasificación de residuos

Dado que hay una gran cantidad y diversidad de residuos generados a nivel mundial, provenientes de distintos procesos, con composiciones químicas, físicas y biológicas muy heterogéneas, resulta imprescindible establecer sistemas de clasificación que permitan su gestión adecuada. La segregación no solo responde a criterios operacionales y normativos, sino que también es un requisito técnico fundamental para definir el tratamiento y la disposición final más apropiados según las propiedades de cada residuo, tales como su peligrosidad, biodegradabilidad, potencial de valorización o requerimientos específicos de manejo. Asimismo, una clasificación correcta posibilita identificar materiales reciclables o valorizables, optimizar la eficiencia de los procesos de recolección y tratamiento, minimizar riesgos para la salud y el ambiente, y avanzar hacia un uso más sostenible y eficiente de los recursos.

Se pueden clasificar según su origen:

- **Residuos domésticos o domiciliarios:** Residuos sólidos, basuras, desechos o desperdicios generados en viviendas y en establecimientos tales como edificios habitacionales, locales comerciales, locales de expendio de alimentos, hoteles, establecimientos educacionales y cárceles (15). Algunos ejemplos de estos residuos son: restos de comida, desechos de jardín, ropa, también papeles, cartón, plásticos, vidrios y textiles que estén manchados con productos orgánicos.
- **Residuos industriales o no domiciliarios:** Residuos resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento, generados por la actividad industrial. Son aquellos residuos sólidos o líquidos, o

combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos (16). Materiales de construcción y demolición, papel, cartón, plásticos, vidrios, metales, embalajes, envases, aceites etc.

Y también, se pueden clasificar según sus características:

- **Residuos peligrosos (RESPEL):** Son aquellos que, debido a sus características químicas, físicas, biológicas o radioactivas, pueden causar daño a la salud humana, al ambiente, o a ambas. Estos residuos pueden ser corrosivos, tóxicos, inflamables, reactivos o patogénicos (17). Un ejemplo de estos residuos son pilas y baterías, aceites, materiales contaminados con residuos peligrosos, algunas piezas tecnológicas, entre otros.
- **Residuos no peligrosos:** Son residuos que no presenta riesgo para la salud pública, ni efectos adversos al medio ambiente. Estos residuos se generan en una variedad de actividades y, en general, pueden ser gestionados de manera más sencilla en comparación con los residuos peligrosos (18). Pueden ser residuos como papel, cartón, orgánicos, envases, bolsas, metales y muchos otros más que no estén contaminados con alguna sustancia peligrosa.

3.1.2 Residuos industriales no peligrosos considerados en el estudio

Para el desarrollo del presente estudio, se ha definido como alcance la gestión de residuos industriales no peligrosos generados por las empresas pertenecientes a la asociación industrial de Mejillones(AIM). Estos residuos corresponden a materiales sólidos que, si bien no presentan características peligrosas, requieren una gestión técnica y ambientalmente adecuada para evitar impactos negativos en el entorno y favorecer su valorización conforme a los principios de la economía circular. En términos generales, los residuos seleccionados son aquellos asociados a los envases y embalajes no domiciliarios, específicamente papel y cartón, plásticos y metales, por ser los de mayor volumen y frecuencia de generación dentro de las operaciones industriales del territorio, y porque se encuentran directamente regulados bajo el marco de la Ley N.º 20.920 y el Decreto Supremo N.º 12/2020.

- **Papel y cartón:** Corresponden principalmente a materiales de embalaje, empaques administrativos y cajas utilizadas para transporte y almacenamiento de insumos o productos. Su composición celulósica los hace altamente reciclables, siempre que se mantengan libres de contaminación con aceites, solventes u otras sustancias peligrosas. En Chile, este tipo de residuos es valorizado principalmente a través de procesos de reciclaje mecánico, donde se reincorpora como materia

prima para la fabricación de cartones y papeles reciclados, contribuyendo al ahorro de agua y energía en la producción industrial (19).

- **Plásticos:** Representan un grupo de materiales con gran presencia en los procesos industriales, especialmente en envases secundarios y contenedores de insumos. Los tipos más comunes en las industrias, son el polietileno de alta densidad (PEAD), el polipropileno (PP) y el tereftalato de polietileno (PET), todos ellos valorizables mediante reciclaje mecánico o químico, dependiendo de su grado de limpieza y pureza. No obstante, su alta dispersión y baja densidad hacen necesario implementar sistemas eficientes de segregación y acopio, lo que justifica la aplicación de un enfoque colectivo de gestión (20).
- **Metales:** Tales como aluminio, acero y hojalata, provienen generalmente de latas, tambores, estructuras de soporte o recubrimientos metálicos utilizados en procesos logísticos y de mantenimiento. Estos residuos son altamente valorizables debido a su capacidad de reciclaje prácticamente infinita y su elevada demanda en la industria siderúrgica y metalmecánica. Su correcta segregación permite disminuir significativamente la cantidad de residuos enviados a disposición final, al tiempo que genera beneficios económicos por su valor de recuperación (21).

La selección de estos tres tipos de residuos, papel y cartón, plásticos y metales, obedece a su representatividad en la generación industrial local, a su alto potencial de valorización y a la existencia de metas específicas de recolección y valorización establecidas en la normativa vigente. En este sentido, el plan de gestión propuesto se orienta a optimizar la segregación, acopio y valorización de estos materiales, avanzando hacia el cumplimiento de los objetivos de la Ley REP y contribuyendo al fortalecimiento de una economía circular en la comuna de Mejillones.

3.2 Asociación industrial de Mejillones

La asociación industrial de Mejillones se constituye como una alianza estratégica sin fines de lucro, que promueve el trabajo colaborativo entre empresas con el propósito de fomentar el desarrollo sustentable de la industria, la comuna y el país. Actualmente, está conformada por 25 empresas, entre las cuales se encuentran las principales industrias de la comuna de Mejillones, dedicadas a los sectores de minería, energía, logística, portuario y servicios (9).

Nace el año 2007 con el rol de articular a los diferentes actores para poner en común sus objetivos y desarrollar proyectos que generen un impacto positivo en los ámbitos social, ambiental y económico, buscando ser reconocidos como líderes en el posicionamiento de la comuna de Mejillones como un polo de desarrollo virtuoso para el país. Consideran como pilar fundamental de sus acciones los siguientes cuatro valores:

- **Excelencia:** Impulsamos el desarrollo y la relación armónica de las empresas socias con el entorno, a través de la promoción de altos estándares en la gestión y procesos, y la mejora continua mediante la innovación.
- **Transparencia:** Promovemos en las empresas socias la entrega de información clara, oportuna y veraz.
- **Confianza:** Trabajamos para generar relaciones de confianza entre las empresas socias y nuestros grupos de interés, a través de procesos de co-construcción, manteniéndonos siempre disponibles, presentes e involucrados como organización.
- **Compromiso:** Fomentamos la participación permanente y activa de las empresas socias en el impulso del desarrollo industrial y la calidad de vida de los habitantes de la comuna de Mejillones y su entorno.

3.2.1 Ubicación

La comuna de Mejillones se ubica en la Región de Antofagasta, en el norte de Chile, aproximadamente a 65 kilómetros al norte de la ciudad de Antofagasta, limitando al norte con Tocopilla, al sur de su capital regional, al este con Sierra Gorda y al oeste con el Océano Pacífico. Su emplazamiento geográfico, en el borde costero del Desierto de Atacama, le otorga características singulares tanto desde el punto de vista ambiental como productivo.

Desde el punto de vista político-administrativo, la comuna pertenece a la Provincia de Antofagasta, y cuenta con una población cercana a los 14.000 habitantes según el Censo 2024 (39). A pesar de su baja densidad poblacional, Mejillones se caracteriza por una alta concentración de actividades industriales y portuarias, lo que le confiere una relevancia estratégica en la economía regional y nacional.

El puerto de Mejillones es uno de los polos logísticos e industriales más importantes del norte grande de Chile. En su entorno se han instalado diferentes empresas consolidando el área como un complejo industrial de alto impacto ambiental y económico (40). Sin embargo, esta concentración industrial también ha generado presiones ambientales significativas, vinculadas principalmente a la emisión de contaminantes atmosféricos, generación de residuos industriales y consumo intensivo de recursos naturales.

Según estudios del MMA y de la Superintendencia del Medio Ambiente (41), Mejillones presenta una alta densidad de fuentes emisoras y generadoras de residuos sólidos no peligrosos, asociados a la actividad portuaria, energética y minera.

Desde la perspectiva minera y ambiental, Mejillones representa un caso de estudio complejo y estratégico, debido a la coexistencia de actividades de alta intensidad energética, portuaria y extractiva, en un entorno ambientalmente sensible y de limitada capacidad de soporte ecológico. Esto plantea desafíos significativos en cuanto a la coordinación interempresarial, la eficiencia en la valorización de residuos y la prevención de impactos acumulativos, elementos que hacen imprescindible el diseño de un plan de gestión de residuos no peligrosos adaptado a la realidad territorial y productiva de la comuna.



Figura 1: Mapa referencial de mejillones. Fuente: Google Maps (2025).

3.2.2 Empresas socias

La asociación industrial de Mejillones (AIM) está conformada por un conjunto de 25 empresas socias, pertenecientes a diversos sectores productivos estratégicos de la Región de Antofagasta, tales como energía, minería, servicios portuarios, químicos, logísticos y de mantenimiento industrial (9).

Esta diversidad refleja la naturaleza multisectorial del polo industrial de Mejillones, donde convergen actividades vinculadas directa o indirectamente con la gran minería y su cadena de suministro, el grado de interdependencia entre las empresas instaladas en la zona, justifica la necesidad de desarrollar sistemas de gestión ambiental integrados, donde la cooperación interempresarial puede optimizar la trazabilidad, la valorización y los costos de operación para un manejo apropiado de los residuos.

Las empresas socias corresponden a:

Tabla 1: Empresas socias AIM Fuente: Elaboración propia (2025).

Empresa	Sector Productivo	Actividad Principal
AES Andes	Energía	Generación termoeléctrica y energías renovables no convencionales
ENGIE Energía Chile	Energía	Generación eléctrica termoeléctrica y solar
Caitan	Energía	Generación eléctrica mediante energías renovables
Enel Generación Chile	Energía	Generación eléctrica mediante fuentes térmicas y renovables
Copec S.A.	Energía / Logística	Distribución y almacenamiento de combustibles y lubricantes
GNL Mejillones	Energía / Logístico	Terminal marítimo de recepción y regasificación de gas natural licuado
Gasmar S.A.	Energía / Químico	Terminal marítimo de gas licuado
FCAB	Logístico / Transporte	Transporte ferroviario de carga minera y portuaria
Spence (BHP)	Minería	Extracción, procesamiento y exportación de cobre
Minera Centinela	Minería	Producción de concentrado y cátodos de cobre
Molyb	Minería / Metalurgia	Procesamiento de subproductos del molibdeno
Molynor S.A.	Minería / Metalurgia	Procesamiento y producción de molibdeno y subproductos del cobre
Empresa Portuaria de Mejillones (EPM)	Portuario	Administración y concesión de infraestructura portuaria
Puerto Angamos	Portuario	Operaciones de embarque y descarga de graneles minerales y carga general
Puerto Mejillones S.A.	Portuario	Embarque de concentrados minerales y productos químicos
Ultraport	Portuario / Logístico	Servicios integrales de carga, descarga y transporte portuario
Oxiquim S.A.	Químico	Producción, transporte y almacenamiento de productos químicos industriales
Sociedad Química y Minera de Chile (SQM)	Químico / Minería	Producción de litio, yodo, potasio y otros minerales industriales
Enaex S.A.	Químico / Minería	Producción de nitrato de amonio y explosivos para la minería
Interacid Trading Chile	Químico / Minería	Producción y exportación de ácido sulfúrico y derivados
Noracid	Químico / Minería	Producción de ácido sulfúrico para la gran minería del cobre
Corpesca	Servicios Industriales	Procesamiento de productos pesqueros y harina de pescado

Finning Chile	Servicios Industriales	Venta y mantenimiento de maquinaria pesada (Caterpillar)
Promet	Servicios Industriales	Montaje, mantenimiento y obras industriales
Axinntius	Servicios Industriales / Ingeniería	Servicios de mantenimiento y soluciones industriales para el sector minero

La composición de la AIM evidencia una amplia representación de sectores productivos interconectados, donde la minería, la energía y la actividad portuaria actúan como ejes estructurales del desarrollo económico regional.

Esta diversidad productiva genera también una diversidad significativa en los tipos y volúmenes de residuos industriales no peligrosos, principalmente papel, cartón, plásticos, metales y envases.

3.2.3 Empresas seleccionadas para el estudio

Para el desarrollo del plan de gestión, se considera un subconjunto de 15 empresas pertenecientes a la asociación. Estas fueron seleccionadas en función de su localización geográfica dentro de un área específica de la comuna, puesto que la proximidad territorial facilita, en una etapa inicial, la implementación de un plan de gestión adecuado y eficiente.

Las empresas seleccionadas son:

1. GNL Mejillones
2. AES Gener
3. Puerto Angamos
4. Molyb
5. Copec
6. Noracid
7. Interacid
8. Gasmar SPA
9. Termoeléctrica ENGIE
10. FCAB
11. Puerto de Mejillones
12. Enel
13. Corpesca
14. Terminal marítimo Oxiquim
15. Enaex

La disposición espacial de dichas empresas dentro del territorio comunal se presenta en la siguiente imagen.

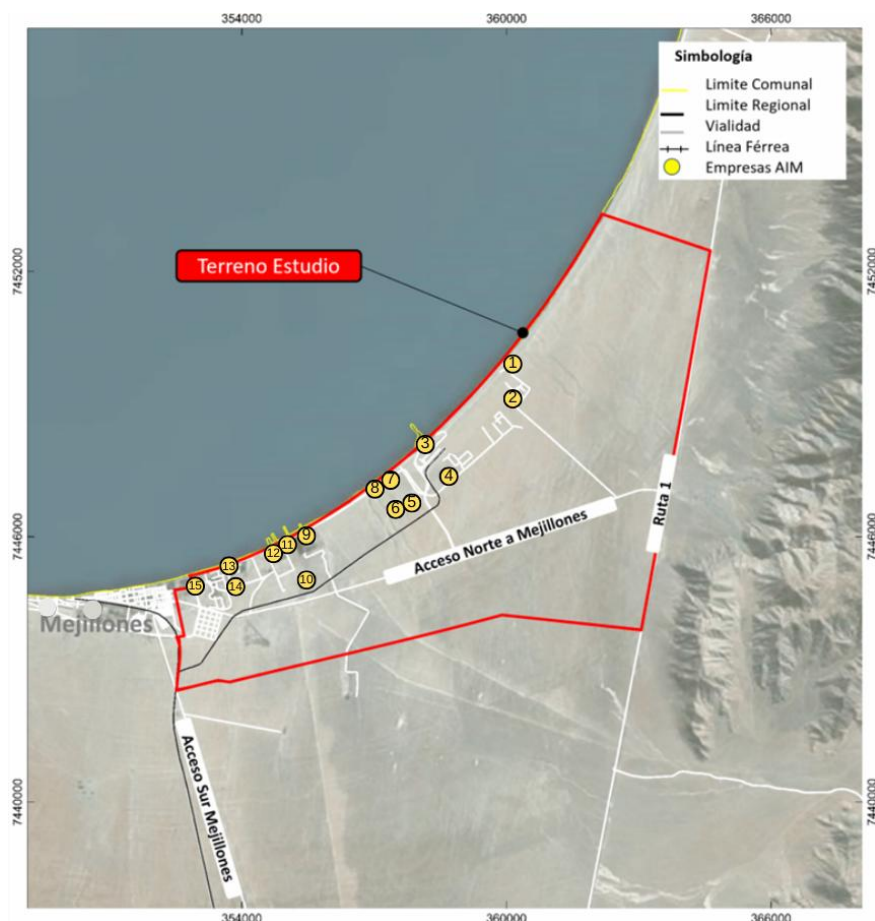


Figura 2: Empresas asociadas a AIM en zona de estudio. Fuente: Elaboración AIM (2025).

3.3 Marco legal y regulatorio

3.3.1 Acuerdos internacionales.

Los instrumentos globales establecen los principios y metas que orientan la acción de los países hacia una gestión responsable de los recursos, la reducción de residuos y la mitigación del cambio climático, sirviendo como base para la elaboración de políticas públicas y estrategias nacionales en Chile. Los distintos acuerdos existentes son:

- **Pacto mundial de las naciones unidas (UN Global Compact):** Es una iniciativa voluntaria lanzada en el año 2000, con el objetivo de incentivar que las empresas alrededor del mundo alineen sus estrategias y operaciones con diez principios universales en materia de derechos humanos, estándares laborales, medio ambiente y lucha contra la corrupción.

Actualmente participan más de 17.000 empresas de todo el mundo, siendo este, un puente estratégico entre el mundo empresarial y Naciones Unidas para así ser el principal catalizador de las transformaciones que se deben llevar a cabo, a través del diseño de planes y poniendo en marcha programas concretos que contribuyan a una sociedad más sostenible (22). Actualmente, más de 150 empresas de carácter internacional y con participación en Chile están adheridas al pacto, tales como BHP, AMSA, ENAEX, COPEC, etc.

- **Objetivos de desarrollo sostenible (ODS):** En el año 2015, los estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), junto con organizaciones internacionales, la sociedad civil y el sector privado, adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un marco global compuesto por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos objetivos establecen una hoja de ruta orientada a equilibrar las dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo, promoviendo un crecimiento inclusivo y sostenible para todas las naciones. La Agenda 2030 reconoce que los problemas globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación y la desigualdad en el uso de los recursos naturales están interconectados, por lo que sus objetivos buscan ser integrales y complementarios entre sí (3) .

Dentro de los ODS, destacan aquellos directamente vinculados con la gestión de residuos y el uso eficiente de los recursos naturales. El objetivo n° 12, corresponde a “producción y consumo responsable”, busca garantizar patrones sostenibles de producción y consumo, fomentando la eficiencia en el uso de los recursos, la reducción de desechos y la adopción de tecnologías limpias en los procesos productivos. En particular, su meta 12.5 establece “reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización” de aquí al año 2030, promoviendo una transición hacia modelos de economía circular a escala global (23).

De manera complementaria, el objetivo n° 11, consiste en “ciudades y comunidades sostenibles”, plantea la necesidad de construir asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, considerando entre sus metas 11.6 que busca reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, mediante una mejor gestión de los residuos sólidos e incluso prestando especial atención a la calidad del aire (24).

Ambos objetivos se relacionan estrechamente con el objetivo n° 13 correspondiente a “acción por el clima”, el cual promueve en el punto 13.2, la incorporación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (25).

En conjunto, estos tres objetivos conforman un eje transversal dentro de la Agenda 2030, que impulsa a los Estados y sectores productivos a modificar sus patrones de consumo, optimizar el uso de materiales y energía, y adoptar modelos de gestión que minimicen la generación de residuos. Su implementación refuerza el principio de responsabilidad compartida en el manejo de los recursos y consolida la base conceptual de las políticas globales orientadas a la sostenibilidad ambiental y la economía circular.

- **Acuerdo de París:** Adoptado en 2015 durante la 21.^a Conferencia de las Partes (COP21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), constituye el principal instrumento internacional vigente para enfrentar el cambio climático a nivel global. Su objetivo es limitar el aumento de la temperatura media mundial a menos de 2 °C respecto de los niveles preindustriales, y realizar esfuerzos adicionales para no superar los 1,5 °C, mediante la reducción progresiva de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este acuerdo entró en vigor en 2016 y ha sido ratificado por más de 190 países, incluyendo Chile .

A diferencia de tratados previos, este acuerdo se basa en compromisos voluntarios pero vinculantes en su estructura de seguimiento, conocidos como Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés). Cada país define y reporta periódicamente sus metas de mitigación y adaptación, incorporando estrategias de transición energética, economía circular, gestión de residuos y eficiencia en el uso de recursos naturales. Además, promueve la cooperación internacional y la participación del sector privado, reconociendo que la acción climática debe integrarse en los procesos productivos y en las políticas de desarrollo sostenible (26).

Desde un punto de vista teórico, este acuerdo refuerza los fundamentos ambientales y económicos planteados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial los ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y ODS 13 (Acción por el Clima), estableciendo un marco de acción que orienta a los países a implementar políticas públicas, instrumentos regulatorios y mecanismos de financiamiento climático coherentes con los compromisos internacionales. Así, el Acuerdo de París constituye un vínculo esencial entre la agenda global de sostenibilidad y las normativas nacionales, impulsando la creación de leyes, hojas de ruta y estrategias de economía circular que buscan reducir las emisiones asociadas a la producción y al manejo ineficiente de residuos.

- **Estrategia Global de Residuos Sólidos (GWMO):** Publicada inicialmente en 2015 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), constituye el primer diagnóstico integral a nivel mundial sobre la generación, gestión y disposición de residuos. Este informe busca establecer una visión común para lograr una gestión sostenible de residuos que minimice los impactos ambientales, sociales y económicos derivados de los modelos de consumo y producción actuales. El informe introdujo una visión innovadora que considera la gestión de residuos como un servicio público esencial, equiparable en importancia al agua o la energía, debido a su impacto directo en la salud pública, la protección ambiental y la mitigación del cambio climático. Indica que una gestión deficiente de los residuos puede generar graves efectos en los ecosistemas, incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero (especialmente metano y dióxido de carbono), contribuir a la contaminación del suelo y los recursos hídricos. Por ello, la estrategia propone como meta global lograr una gestión ambientalmente racional de todos los residuos antes del año 2030, mediante sistemas integrales que abarquen todo el ciclo de vida del producto: desde el diseño y consumo, hasta la recolección, tratamiento y disposición final (2).

En 2024, se publicó una actualización de este informe, reafirmó y amplió esta visión, advirtiendo que la producción mundial de residuos podría aumentar un 70 % para 2050 si no se implementan medidas estructurales de reducción y valorización. Además, introduce un enfoque más integral basado en la economía circular, la prevención en la fuente, la digitalización de la trazabilidad y la justicia social, considerando la gestión de residuos no solo como una actividad operativa, sino como un eje transversal de desarrollo sostenible. Asimismo, incorpora el concepto de “*cero residuos*”, promoviendo la valorización de materiales y la reducción en origen como estrategias prioritarias para disminuir las emisiones derivadas del manejo y disposición final (27). Además, enfatiza la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales y regulatorias, fomentar la educación ambiental y promover la participación del sector privado mediante mecanismos colaborativos y de responsabilidad extendida del productor.

3.3.2 Lineamientos estratégicos en Chile

En el contexto nacional, Chile ha desarrollado una serie de lineamientos estratégicos orientados a fortalecer la gestión ambiental y promover la transición hacia una economía circular, los cuales, definen los objetivos, metas y directrices que guían la acción del país en materia de prevención, valorización y manejo sustentable de residuos, en coherencia con los compromisos internacionales asumidos, los instrumentos de Chile son:

- **Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS):** publicada por el Ministerio del Medio Ambiente en 2018, constituye el principal marco estratégico nacional en materia de manejo de residuos. Esta política tiene como propósito impulsar una gestión integral, sustentable y descentralizada de los residuos generados en Chile, incorporando el principio de responsabilidad compartida entre productores, consumidores, municipios y organismos fiscalizadores. La PNGIRS se estructura sobre cuatro ejes fundamentales:
 - Prevención y minimización en la fuente.
 - Valorización y reciclaje.
 - Tratamiento y disposición final ambientalmente segura.
 - Fortalecimiento institucional y participación ciudadana.

Este enfoque reconoce que la gestión de residuos no debe limitarse a su eliminación, sino que debe integrar todas las etapas del ciclo de vida de los materiales, promoviendo su reinserción en procesos productivos bajo un modelo de economía circular. Entre sus principales objetivos, la política busca reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final en un 30 % al año 2030, aumentar las tasas de reciclaje y valorización, y fortalecer la infraestructura regional de manejo de residuos. Además, establece metas de formalización de gestores y recicladores, así como la incorporación de mecanismos de trazabilidad que garanticen el cumplimiento ambiental de todo el proceso.

La relevancia de la PNGIRS radica en que sienta las bases institucionales y conceptuales sobre las cuales se desarrolla la legislación ambiental chilena en materia de residuos, incluyendo la Ley N.º 20.920 (Ley REP) y los decretos asociados a productos prioritarios. En el contexto de este trabajo, esta política proporciona la orientación técnica para el diseño de sistemas de gestión colectiva que optimicen la segregación, acopio y valorización de residuos industriales no peligrosos, promoviendo la eficiencia operativa y el cumplimiento ambiental dentro de los parques o asociaciones industriales.

La PNGIRS también refuerza la necesidad de avanzar hacia un modelo de gobernanza ambiental colaborativo, donde las empresas, la comunidad y las instituciones públicas actúen de forma coordinada para reducir los impactos negativos de la generación de residuos y fortalecer la cultura de la prevención. En ese sentido, este instrumento constituye una referencia esencial para el diseño del plan de gestión propuesto en esta memoria, en coherencia con los estándares nacionales e internacionales en materia de sostenibilidad (28)

- **Hoja de ruta de economía circular:** Elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2019, representa un instrumento estratégico que orienta la transición del país hacia un modelo de desarrollo sustentable basado en la economía circular. Su visión plantea que, al año 2040, Chile deberá ser un país donde nada se desperdicie y todo se transforme, garantizando que los recursos naturales sean gestionados de manera eficiente y regenerativa, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población y a fortalecer la resiliencia de los ecosistemas.

Uno de los ejes centrales de este plan es la gestión de residuos, entendida no solo como un proceso de disposición final, sino como una oportunidad para valorización, prevención y diseño de sistemas productivos más eficientes. En este marco, se reconocen los problemas actuales del país, tales como la limitada capacidad de rellenos sanitarios, con una vida útil estimada en solo 12 años a 2017, la existencia de más de 3.700 sitios de disposición ilegal y la baja tasa de reciclaje (29). Frente a estas brechas, la hoja de ruta establece metas ambiciosas: generar empleos verdes a 180.000, disminuir en un 30% la generación de residuos por PIB, aumentar la tasa de reciclaje general al 75% y asegurar la recuperación del 90% de los sitios afectados por disposición ilegal, todo esto al año 2040. Para lograrlo, se proponen cuatro ejes estratégicos:

- **Innovación circular:** Creatividad para la transición a sistemas productivos de bajo impacto socioambiental a lo largo de ciclos de vida, tiene distintas iniciativas específicas: empresas cero residuos, promoción de modelos circulares, investigación y desarrollo para la economía circular (EC), sistemas de información para la modelación del impacto ambiental local de bienes y servicios, normas técnicas para EC.
- **Cultura circular:** Información transparente y educación integral para una sociedad consciente que cuida su medio ambiente, además busca transformar los hábitos de consumo, incorporando la educación ambiental y la trazabilidad como elementos clave en la gestión de residuos, considera iniciativas como la EC en la comunidad escolar, sistema de eco etiquetado, seguimiento del progreso hacia una EC.
- **Regulación circular:** Marco regulatorio que reconozca el potencial de la economía circular y facilite su implementación, actualiza el marco normativo, teniendo como base central la Ley N.º 20.920, conocida como Ley REP, dentro de sus iniciativas, busca ampliar la gama de productos prioritarios en ley REP, actualiza el marco regulatorio de gestión de residuos para promover la reutilización y valorización, incentivos para

segregación en origen, tarifas solidarias de aseo, estándar de productos en la EC, fortalecimiento de la fiscalización e impulsar la economía circular a nivel internacional.

- **Territorios circulares:** el cual, impulsa la descentralización de las soluciones, dotando a los gobiernos locales de infraestructura y equipamiento que permitan desarrollar sistemas de gestión de residuos acordes a las realidades regionales, incentiva la reactivación de territorios, provee de espacios de encuentro y participación en la transición, reconoce los recicladores de base y genera infraestructura para la EC.

Estos lineamientos se encuentran estrechamente vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular n° 11 correspondiente a ciudades y comunidades sostenibles, n° 12 de producción y consumo responsables y n°13 de acción por el clima. Con ello, se articula como un marco que integra la gestión de residuos con el desarrollo económico y territorial, buscando superar la tradicional visión lineal de “extraer, producir, consumir y desechar”.

En definitiva, la Hoja de Ruta de Economía Circular en Chile constituye un lineamiento estratégico de largo plazo que permite ordenar políticas, normativas y acciones concretas en materia de residuos. Su enfoque sistémico y territorial establece un puente entre los compromisos internacionales de Chile y la legislación nacional en materia ambiental, sentando las bases para la elaboración de planes de gestión que transformen los residuos en recursos y permitan al país avanzar hacia un futuro sustentable.

- **Estrategia climática de largo plazo de Chile (ECLP):** Elaborada por el Ministerio del medio ambiente en el año 2021 en base a la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N.º 21.455), constituye el principal instrumento de planificación climática de Chile y uno de los pilares de implementación del Acuerdo de París. Su objetivo general es alcanzar la carbono neutralidad y la resiliencia al clima a más tardar en 2050, mediante un conjunto de metas sectoriales, hojas de ruta y políticas integradas que abarcan energía, transporte, industria, bosques, agricultura y, de manera destacada, la gestión de residuos.

La ECLP reconoce explícitamente que el manejo ineficiente de los residuos representa una fuente relevante de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), generados por la descomposición anaeróbica de residuos orgánicos y el uso de tecnologías obsoletas en disposición final.

En respuesta, establece una serie de medidas orientadas a reducir las emisiones del sector residuos en un 25 % al año 2030 respecto de los niveles de 2016, impulsando la valorización, reciclaje, compostaje y recuperación energética como alternativas preferentes frente al vertido. Sus principales objetivos son promover la jerarquía de gestión de residuos, priorizando la prevención, reutilización y reciclaje sobre la eliminación, además de fomentar la innovación tecnológica, la educación ambiental y la implementación de sistemas de trazabilidad y responsabilidad extendida del productor (REP). Asimismo, destaca la importancia de fortalecer la coordinación interministerial y la participación del sector privado y la ciudadanía en la transición hacia una economía baja en carbono (7).

3.3.3 Normativa ambiental general de Chile

La industria minera en Chile opera bajo un marco regulatorio ambiental robusto que establece obligaciones para prevenir, mitigar y controlar los impactos asociados a sus distintas etapas productivas. Entre las normativas más relevantes se encuentra la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que define los principios de gestión ambiental y crea el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), instancia a través de la cual los proyectos mineros deben presentar Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental según la magnitud de sus efectos. Asimismo, la actividad minera está regulada por instrumentos específicos como el DS 248, que establece requisitos para la construcción, operación y cierre de depósitos de relaves; el DS 90, que fija normas de emisión para descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua; y el DS 148, que regula el manejo de residuos peligrosos en todas las industrias, incluida la minería. A ello se suma la aplicación de normativas sectoriales relacionadas con emisiones, calidad del aire, protección de aguas y gestión de residuos no peligrosos, junto con estándares internacionales de sostenibilidad que muchas empresas mineras han adoptado voluntariamente. Este conjunto de regulaciones configura un entorno normativo exigente que orienta a la industria hacia prácticas más responsables y alineadas con criterios contemporáneos de protección ambiental.

3.3.4 Normativa aplicada a la gestión de residuos

La gestión de residuos en la industria minera de Chile está regida por diversas normativas que buscan asegurar un manejo seguro, controlado y ambientalmente responsable. Estas regulaciones establecen obligaciones diferenciadas para residuos peligrosos y no peligrosos, definiendo criterios de almacenamiento, transporte, valorización y disposición final que deben cumplirse en todas las etapas operacionales. Debido a la diversidad de residuos que generan las faenas mineras, resulta imprescindible revisar las principales disposiciones legales aplicables, con el fin de comprender las responsabilidades del generador y los requisitos mínimos que orientan una gestión adecuada dentro del sector.

- **Ley N° 20.920 o Ley REP:** Ley marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, fue publicada el uno de junio de 2016 y establece “disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente” (14).

Considera que el generador del residuo, es responsable de este, tanto para internalizar costos y externalidades asociadas a su manejo, busca generar una jerarquía en el manejo de residuos, primero considerar la prevención en la generación de residuos, luego reutilización de este, el reciclaje y la valorización, dejando como última instancia su eliminación.

Para permitir una implementación más adecuada y gradual a las empresas generadoras, se establece una primera lista de residuos que se definen como productos prioritarios, que se escogen al cumplir características como: consumo masivo, volumen que generan, si es peligroso, es factible su valorización y la regulación comparada. Esta lista de residuos prioritarios corresponde a:

- Aceites lubricantes
- Aparatos eléctricos y electrónicos
- Baterías
- Envases y embalajes
- Neumáticos
- Pilas

Dado que esta ley se implementa de manera gradual, con el paso de los años se incorporará un mayor número de residuos prioritarios. Esto se debe a que continuamente se realizan estudios para identificar aquellos residuos críticos que requieren una gestión más rigurosa, considerando tanto los volúmenes generados a nivel nacional como la necesidad de asegurar su disposición adecuada.

La ley también define responsabilidades diferenciadas para cada actor presente en la gestión adecuada de residuos. En primer lugar están los productores, entendidos como quienes introducen al mercado productos prioritarios (fabricantes, importadores o comercializadores), deben registrarse en el RETC y asegurar el financiamiento y operación de sistemas de gestión, individuales o colectivos, que les permitan cumplir con las metas de recolección y valorización establecidas por la normativa.

Estos sistemas de gestión, a su vez, tienen la obligación de organizar la logística, contratar gestores autorizados, garantizar trazabilidad y reportabilidad ante el Ministerio del Medio Ambiente, y operar con criterios de transparencia y eficiencia.

Los gestores autorizados son responsables de retirar, transportar, almacenar, tratar o valorizar los residuos, siempre bajo permisos sanitarios y ambientales vigentes, debiendo emitir certificados de valorización que respalden la trazabilidad de los flujos. En el caso de los consumidores industriales, como las empresas de la asociación industrial de Mejillones, la normativa establece que deben segregar en origen los residuos no peligrosos, almacenarlos temporalmente de forma adecuada, entregarlos únicamente a gestores autorizados y declarar sus movimientos, de manera de cumplir con las metas aplicables a los residuos prioritarios.

Finalmente, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) tiene el rol de dictar reglamentos, aprobar sistemas de gestión y definir las metas de valorización, mientras que la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) es la encargada de fiscalizar el cumplimiento y aplicar sanciones en caso de incumplimiento. De esta manera, la Ley REP establece un marco de corresponsabilidad en el que cada actor cumple un rol específico para asegurar el cumplimiento de los objetivos de valorización y reducción progresiva de residuos enviados a disposición final (14).

- **Decreto supremo N° 12/2020:** Este decreto fue promulgado el día ocho de junio de 2020 y emitido por el Ministerio del Medio Ambiente, es el reglamento que operacionaliza la Ley N.º 20.920 (Ley REP) en lo relativo a los envases y embalajes, estableciendo las disposiciones específicas que permiten fijar metas de recolección y valorización, así como los plazos y condiciones de cumplimiento.

El decreto distingue entre envases domiciliarios y envases no domiciliarios, generados principalmente por actividades comerciales, industriales y de servicios, siendo estos últimos el foco central para la gestión de residuos en la asociación industrial de Mejillones. La norma establece un tiempo de acción de 12 años a partir del 16 de septiembre de 2023 con metas progresivas de valorización, lo que implica que los porcentajes de recuperación aumentan gradualmente en función del material. Esta gradualidad busca garantizar que las industrias puedan adaptar sus procesos logísticos y de segregación, al mismo tiempo que se desarrolla la infraestructura nacional de valorización.

Tabla 2: Metas de recolección y valorización de envases no domiciliarios Fuente: MMA,2020.

Residuo/Años	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
Metal	23%	32%	42%	51%	61%	64%	66%	68%	70%
Papel y Cartón	48%	54%	60%	65%	71%	74%	78%	81%	85%
Plástico	13%	19%	25%	32%	38%	42%	46%	51%	55%

Más allá de las metas numéricas, el decreto también define aspectos clave para la trazabilidad y control de los residuos, disponiendo que los sistemas de gestión deben implementar mecanismos de registro y verificación de los flujos, resguardando la transparencia en los datos reportados al Ministerio del Medio Ambiente.

Asimismo, establece la obligación de realizar campañas de información y educación dirigidas a los generadores, con el objetivo de fomentar la correcta segregación en origen y la entrega a gestores autorizados. Otro elemento relevante es que el DS 12/2020 permite que las metas se cumplan tanto a través de sistemas de gestión individuales como colectivos, lo que abre la posibilidad a asociaciones empresariales, como la de Mejillones, de coordinar esfuerzos conjuntos para optimizar costos logísticos y maximizar las tasas de valorización. En este sentido, el DS N.º 12/2020 no solo constituye una normativa técnica, sino también un instrumento estratégico que orienta a los distintos actores hacia una gestión más sustentable de los residuos, con metas claras, plazos definidos y un enfoque práctico que combina regulación ambiental con objetivos de economía circular (31).

- **NCh 3322:2013:** Norma de colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos. Un estándar que busca facilitar la correcta separación de los residuos y fomentar el reciclaje en hogares, empresas y espacios públicos.

Establece un código de colores estandarizado que debe aplicarse en contenedores, señalética y puntos limpios. Su objetivo es claro: ayudar a las personas a identificar rápidamente el tipo de residuo que corresponde en cada recipiente y evitar la contaminación cruzada (32).

- **Azul:** Papel y cartón (Revistas, diarios, cajas, etc)
- **Amarillo:** Plásticos y PET (Botellas, envases y bolsas)

- Gris Claro: Metales (Chatarra, latas y envases de aluminio)
- Verde: Vidrio
- Gris oscuro: Basura común.
- Rojo: Residuos peligrosos.

3.4 Gestión

La gestión, en su sentido más amplio, puede definirse como el conjunto de acciones planificadas, coordinadas y evaluadas que buscan alcanzar objetivos específicos mediante el uso eficiente de recursos materiales, humanos y financieros.

En el ámbito ambiental, la gestión moderna de residuos se entiende como un proceso integral orientado no solo a la disposición final, sino al control, valorización y prevención de los residuos a lo largo de su ciclo de vida. Este enfoque trasciende la visión tradicional de “limpieza urbana” y se alinea con los principios de la economía circular y la producción sostenible, promoviendo que los residuos sean considerados recursos aprovechables dentro de los sistemas productivos (33).

La gestión moderna, a diferencia del enfoque tradicional basado únicamente en la corrección de impactos, incorpora principios de:

- **Prevención en la fuente:** Busca evitar la generación de residuos mediante el rediseño de procesos y productos.
- **Responsabilidad compartida:** Distribuye las obligaciones entre productores, consumidores y gestores.
- **Jerarquía de manejo:** Prioriza la prevención, reutilización, reciclaje y valorización por sobre la disposición final.
- **Mejora continua:** Implica monitorear indicadores de desempeño y adaptar las prácticas de gestión según los resultados obtenidos

Bajo esta visión, los residuos dejan de ser un subproducto sin valor y se reconocen como recursos potencialmente aprovechables, capaces de reinsertarse en el ciclo productivo a través de reutilización, reciclaje y valorización (34).

3.4.1 Modelos de gestión aplicables al manejo de residuos industriales.

En el contexto de la gestión ambiental moderna, los modelos no se limitan a aspectos técnicos o de disposición final, sino que integran dimensiones institucionales, sociales, económicas y ambientales, promoviendo una visión sistémica del ciclo de vida de los materiales (27)

A continuación se describen los modelos más relevantes:

- **Gestión integrada sostenible de residuos:** En el *Global Waste Management Outlook (2015)* se plantea el enfoque de Gestión Integrada y Sostenible de Residuos (ISWM, por sus siglas en inglés) como un marco fundamental para el diseño de sistemas de gestión duraderos y resilientes. Este modelo reconoce que la gestión de residuos no puede reducirse a la recolección y disposición final, sino que debe comprender de manera articulada todas las etapas del ciclo de los materiales: prevención en la generación, separación en origen, recolección eficiente, transporte, valorización material y energética, y disposición final ambientalmente segura.

La relevancia del ISWM radica en su carácter multidimensional, ya que integra simultáneamente aspectos técnicos (infraestructura y tecnologías apropiadas al contexto), institucionales (marcos regulatorios, planificación estratégica y gobernanza), sociales (inclusión de recicladores informales, participación ciudadana y equidad en el acceso a servicios), ambientales (reducción de impactos negativos, mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y protección de recursos naturales) y económicos (financiamiento sostenible, eficiencia de costos e incentivos de mercado).

El informe enfatiza que un sistema de gestión sostenible debe ser capaz de internalizar los costos reales de los residuos, promover la Responsabilidad Extendida del Productor y generar condiciones para la transición hacia una economía circular, donde los materiales se mantengan en uso el mayor tiempo posible. De esta manera, el ISWM no solo busca garantizar la protección de la salud pública y del medio ambiente, sino también consolidar un modelo de desarrollo urbano inclusivo y eficiente, capaz de responder a los desafíos globales de crecimiento poblacional, urbanización acelerada y presión sobre los recursos naturales.

En consecuencia, este enfoque se presenta como una herramienta clave para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de gestión de residuos, al ofrecer soluciones adaptables, integrales y resilientes que vinculan la política pública con la innovación tecnológica y la participación social (2).

- **Modelo de economía circular:** Difundido por la fundación Ellen MacArthur en el año 2019, plantea un cambio estructural en la forma en que las sociedades producen y consumen. Se basa en el principio de que “el mejor residuo es aquel que no se genera”, promoviendo el cierre de ciclos de materiales y el reingreso de

productos y recursos al sistema productivo a través de la reutilización, reparación, reciclaje y rediseño.

El modelo se sustenta en tres principios:

- **Eliminar residuos y contaminación:** las decisiones de diseño determinan hasta el 80 % de los impactos ambientales futuros de un producto.
- **Mantener productos y materiales en uso:** fomentar la reparación, reutilización y reciclaje de materiales.
- **Regenerar los sistemas naturales:** devolver valor a los ecosistemas mediante procesos limpios y energías renovables.

A nivel de gestión de residuos, la economía circular redefine el rol del residuo y deja de ser un “final del proceso” para convertirse en un recurso secundario, valorizable en distintas etapas del ciclo de vida. Su aplicación práctica se observa en los sistemas de gestión colectiva de envases y embalajes establecidos por la Ley REP, los cuales promueven la trazabilidad y valorización de materiales en forma colaborativa entre productores (4).

Para el presente estudio, este modelo constituye el marco conceptual operativo enfocado en la valorización, reciclaje y reducción de disposición final, además, entrega una visión de eficiencia sistémica: reducir costos, aprovechar sinergias logísticas entre empresas y generar valor ambiental y reputacional.

- **Modelo ISO 14001:** Desarrollado el año 2015 por la Organización Internacional de Normalización (ISO) representa un marco normativo y metodológico ampliamente adoptado para la gestión ambiental en organizaciones públicas y privadas. Si bien no es un modelo exclusivo de residuos, proporciona una estructura sistemática de planificación, ejecución, verificación y mejora continua (PHVA) que resulta directamente aplicable a la gestión de residuos (11).

Este modelo establece que toda organización debe:

- **Planificar:** Identificar aspectos e impactos ambientales significativos, establecer objetivos y definir responsabilidades.
- **Hacer:** Implementar los procedimientos y controles operacionales necesarios.
- **Verificar:** Realizar seguimiento mediante indicadores, auditorías y registros.
- **Actuar:** Revisar el desempeño y adoptar medidas de mejora continua.

Aplicado al ámbito de los residuos industriales, el modelo ISO 14001 permite establecer programas de gestión documentados, definir indicadores de desempeño ambiental, y garantizar el cumplimiento normativo y trazabilidad exigida por la Ley REP. Asimismo, promueve la integración del componente ambiental dentro de la gestión estratégica de la empresa, facilitando la toma de decisiones basada en datos y la estandarización de procesos.

3.4.2 Elementos clave de un sistema de gestión de residuos

Según lo indicado en la PNGIRS(28) y el GWMO(27), un sistema de gestión integral debe incorporar los siguientes componentes básicos:

- **Identificación y caracterización:** inventario de tipos, volúmenes y frecuencias de generación.
- **Segregación en origen:** clasificación por tipo de material y punto de generación.
- **Almacenamiento temporal:** infraestructura acondicionada, rotulada y segura.
- **Recolección y transporte interno:** rutas definidas, frecuencias y registros de retiro.
- **Valorización:** selección y envío de materiales reciclables a gestores autorizados.
- **Disposición final segura:** envío controlado de residuos no valorizables.
- **Educación y capacitación:** formación de trabajadores y monitoreo de desempeño.
- **Trazabilidad:** uso de plataformas como Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) (35) y reportes al Ministerio del Medio Ambiente.

Cada uno de estos elementos debe integrarse bajo un sistema documental y operativo coherente, el cual, debe sustentarse en la mejora continua, aplicando el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) de la norma ISO 14001, como herramienta para la optimización permanente de los procesos.

Este enfoque permite ajustar estrategias, metas y procedimientos conforme a los resultados obtenidos, promoviendo un tránsito progresivo hacia modelos productivos circulares, donde los residuos se reconozcan como recursos y se minimicen los impactos ambientales asociados a su manejo.

3.4.3 Indicadores de gestión y desempeño

Los indicadores son herramientas esenciales para evaluar la eficacia de un sistema de gestión, de acuerdo con la GWMO (27) y la Norma ISO 14001 (11), los principales indicadores aplicables a la gestión de residuos son:

Tabla 3: Indicadores de gestión Fuente: Elaboración propia (2025).

Categoría	Indicador	Objetivo
Generación	Tasa de generación de residuos	Identificar puntos críticos de generación.
Valorización	% de residuos valorizados	Evaluar eficiencia del reciclaje.
Cumplimiento	% de residuos gestionados con empresas autorizadas	Verificar cumplimiento legal según metas
Eficiencia económica	Costo de gestión (CLP/ton)	Evaluar rentabilidad del sistema.
Impacto ambiental	Reducción de GEI (tCO ₂ eq evitadas)	Cuantificar beneficios ambientales
Capacitación	Nº de trabajadores capacitados	Evaluar componente social del plan y tener registro

En conjunto, los indicadores definidos permiten evaluar de manera sistemática la eficacia del sistema de gestión, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y el cumplimiento de las metas ambientales establecidas.

Su aplicación continua no solo garantiza la trazabilidad y transparencia en el manejo de los residuos, sino que también fortalece la toma de decisiones basada en evidencia, promoviendo una gestión sustentable y alineada con los principios de mejora continua.

3.4.4 Barreras

A pesar de la existencia de marcos normativos sólidos y modelos de gestión consolidados, la implementación efectiva de planes de gestión de residuos enfrenta múltiples barreras que limitan su eficacia. Comprender estas dificultades es fundamental para el diseño de estrategias realistas y sostenibles, especialmente en contextos industriales como el de Mejillones, donde convergen diversas empresas con estructuras organizacionales y capacidades distintas.

- **Barreras institucionales y normativas:** Una de las principales dificultades radica en la fragmentación institucional entre los organismos públicos responsables de la regulación, fiscalización y gestión de residuos. Según la OCDE (36) y el PNUMA (2), en muchos países, incluido Chile, existen traslapes de

competencias y vacíos en la coordinación entre ministerios, municipios y entidades privadas, lo que ralentiza la aplicación de políticas y genera ambigüedades en la interpretación de las obligaciones legales. Además, la baja fiscalización y la falta de mecanismos de seguimiento o sanción efectivos reducen los incentivos para cumplir con la normativa ambiental, especialmente en sectores industriales medianos y pequeños. La implementación de la Ley REP, por ejemplo, ha evidenciado que los sistemas de gestión colectiva aún carecen de una infraestructura regulatoria plenamente consolidada, lo que dificulta su operación a escala nacional (37).

- **Barreras económicas y financieras:** La gestión de residuos requiere inversiones iniciales considerables en infraestructura, transporte, sistemas de trazabilidad y capacitación. En el caso de los residuos industriales no peligrosos, la rentabilidad de la valorización depende del volumen, la segregación en origen y la existencia de mercados de reciclaje desarrollados (2). Sin embargo, en regiones alejadas de los principales centros urbanos, como Mejillones, la distancia geográfica, los altos costos logísticos y la falta de gestores autorizados limitan las posibilidades de valorización económica. A ello se suma la ausencia de instrumentos financieros específicos o incentivos tributarios para fomentar la inversión en sistemas de gestión ambiental, lo que lleva a que muchas empresas vean la gestión de residuos como un costo operacional más que como una oportunidad de mejora competitiva (36).
- **Barreras técnicas y operacionales:** Otro conjunto de limitantes está relacionado con las capacidades técnicas y la infraestructura disponible. En numerosos casos, las empresas carecen de sistemas adecuados para la segregación en origen, almacenamiento temporal o trazabilidad, lo que genera pérdidas de materiales reciclables y dificulta el cumplimiento de las metas de valorización (12). La falta de estándares de diseño y protocolos unificados en el manejo de residuos industriales no peligrosos provoca inconsistencias entre las prácticas de distintas empresas, dificultando la integración de gestión de residuos. Asimismo, el déficit de formación técnica del personal operativo constituye una barrera recurrente: la gestión de residuos suele delegarse a personal sin capacitación específica, aumentando los riesgos de contaminación cruzada y reduce la eficiencia del proceso (28).
- **Barreras culturales y organizacionales:** A nivel organizacional, las barreras más persistentes son de tipo cultural. La falta de conciencia ambiental, la resistencia al cambio y la escasa participación del personal dificultan la adopción de prácticas de gestión sostenibles. En muchos casos, las empresas priorizan la

productividad inmediata por sobre la gestión ambiental, especialmente cuando los beneficios de ésta no son percibidos a corto plazo. Esta visión se traduce en una baja jerarquización del componente ambiental dentro de la estructura organizativa y en la inexistencia de políticas internas claras de manejo de residuos. La implementación exitosa de un plan de gestión requiere, por tanto, un cambio cultural profundo que fomente la responsabilidad compartida y la educación ambiental continua, factores clave para lograr una mejora sostenible en el tiempo (27).

- **Barreras de información y trazabilidad:** Finalmente, una barrera crítica en el contexto actual es la carencia de información sistematizada y confiable sobre los flujos de residuos. A pesar de la existencia del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) en Chile, aún existen brechas en la calidad y completitud de los datos declarados, dificultando el seguimiento efectivo de los volúmenes generados y valorizados (38). La falta de plataformas tecnológicas integradas impide una gestión basada en evidencia, limitando la capacidad de las asociaciones industriales para evaluar su desempeño ambiental y cumplir con los requerimientos de trazabilidad establecidos por la Ley REP.

4. Metodología

A modo de cumplir con el desarrollo del plan de gestión de residuos no peligrosos de la asociación industrial de Mejillones, se genera una metodología estructurada que permita analizar la situación actual de la gestión de residuos, diseñar estrategias de gestión óptimas y establecer lineamientos para su correcta implementación.

4.1 Revisión bibliográfica de antecedentes normativos y técnicos

Para el desarrollo de la presente memoria fue necesario identificar los fundamentos normativos, técnicos y estratégicos que permiten sustentar el diseño del Plan de Gestión de Residuos No Peligrosos bajo el marco de la Ley REP.

Esta fase metodológica se centró en la recolección, análisis y organización de información proveniente de fuentes oficiales y literatura especializada, tanto a nivel internacional como nacional, con el propósito de construir una base documental sólida, verificable y actualizada que sirviera como soporte técnico para el desarrollo del estudio. La revisión se efectuó de manera sistemática, priorizando documentos emitidos por organismos públicos o multilaterales, con reconocimiento en materia de sostenibilidad, cambio climático y gestión de residuos.

En primer lugar, se consultaron fuentes de alcance internacional que sirvieron como marco conceptual para comprender la evolución de la sostenibilidad corporativa y la responsabilidad ambiental global. Entre ellas se consideró el Pacto Mundial de las Naciones Unidas, el Acuerdo de París y Estrategia Global de Residuos Sólidos – Global Waste Management Outlook (GWMO).

En cuanto al ámbito nacional, la búsqueda consideró los principales instrumentos estratégicos y regulatorios emitidos por el Gobierno de Chile. Se revisó la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS), la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), la hoja de economía circular además de una revisión de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, plataforma que permite acceder al texto oficial de leyes y decretos publicados en el Diario Oficial.

Desde esta fuente se consultaron, entre otras, la Ley N.º 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, la Ley N.º 20.920 de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP), y el Decreto Supremo N.º 12/2020. Por otra parte, el desarrollo del apartado correspondiente a la gestión se fundamentó en una revisión teórico-conceptual orientada a comprender los principios, modelos y herramientas aplicables a la administración eficiente de residuos en entornos industriales.

La recopilación de información se realizó mediante la búsqueda de literatura técnica, académica y normativa relacionada con la gestión ambiental, la gestión de residuos y los sistemas de gestión basados en estándares internacionales. Se priorizaron fuentes oficiales y bibliografía especializada emitida por organismos como la Organización Internacional de Normalización (ISO), el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Además, se consideraron documentos técnicos y guías metodológicas de referencia, como la norma ISO 14001:2015 sobre Sistemas de Gestión Ambiental, la cual, proporcionan estructuras aplicables a la planificación, implementación, seguimiento y mejora continua de procesos en el ámbito industrial, también, se buscó en plataformas institucionales y portales de acceso abierto como la del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Los criterios de selección se basaron en la actualidad de las fuentes (publicaciones de los últimos diez años), su relevancia temática y la aplicabilidad práctica de sus contenidos en el contexto nacional e industrial. Los principales términos de búsqueda utilizados fueron “gestión de residuos”, “sistemas de gestión ambiental”, “indicadores de desempeño ambiental”, “economía circular” y “eficiencia operativa”.

La metodología de análisis aplicada a esta etapa permitió establecer un marco conceptual robusto, coherente con los principios de sostenibilidad y mejora continua que guían la gestión moderna, basado en la búsqueda sistemática de información primaria y secundaria de carácter técnico, jurídico y estratégico, asegurando la consistencia y validez de los antecedentes utilizados en la elaboración del plan de gestión propuesto.

4.2 Diagnóstico de la situación actual en la Asociación Industrial de Mejillones

El diagnóstico de la situación actual de la asociación industrial de Mejillones(AIM) se desarrolla con el propósito de identificar y caracterizar el manejo de residuos no peligrosos realizado por las empresas socias, con el fin de establecer una base de datos consolidada que permita determinar las cantidades generadas, los gestores involucrados y las prácticas actualmente implementadas.

Este levantamiento de información constituye la base para el posterior diseño de un sistema de gestión integral de residuos industriales no peligrosos, en coherencia con la normativa nacional vigente y los compromisos internacionales suscritos por Chile en materia de sostenibilidad y economía circular.

Para la ejecución del diagnóstico se definieron diversas etapas metodológicas de investigación y análisis, que se detallan a continuación:

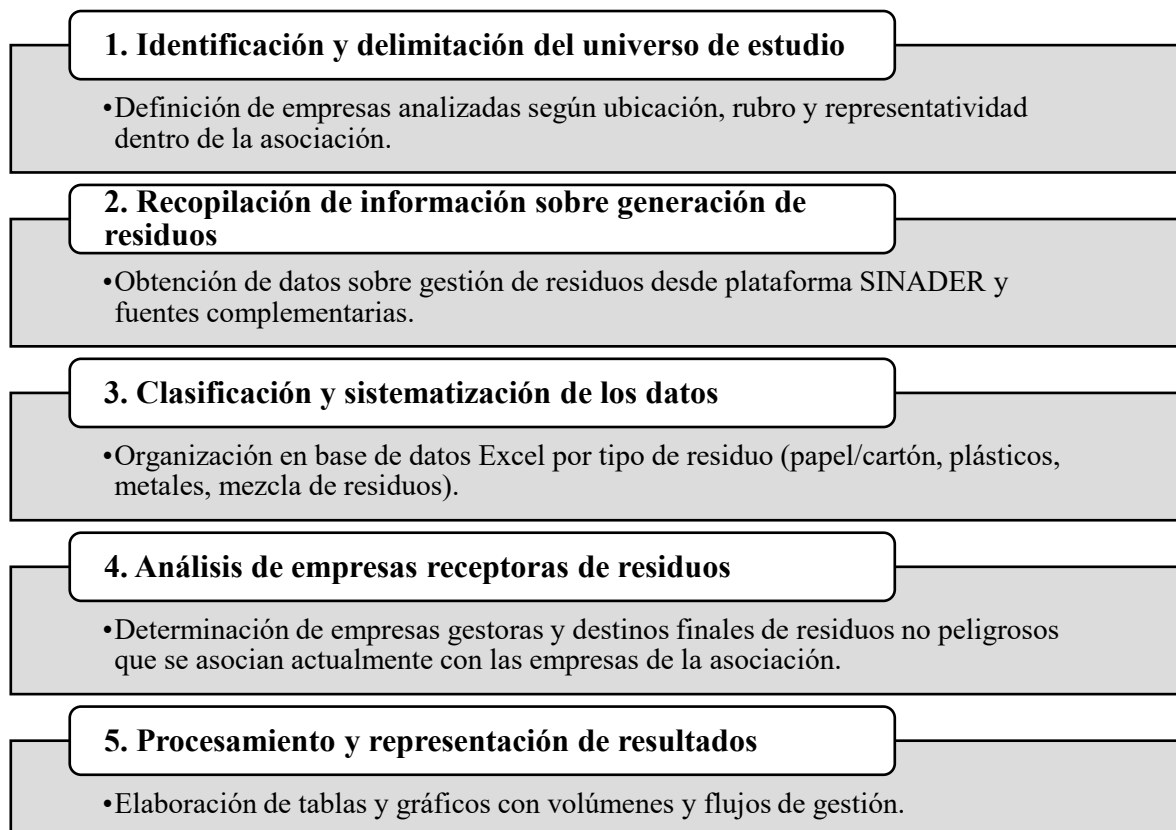


Figura 3: Etapas metodológicas del diagnóstico de residuos no peligrosos en la asociación industrial de Mejillones. Fuente: Elaboración propia (2025).

En conjunto, esta metodología permitió caracterizar de manera actualizada y verificable la situación de manejo de residuos no peligrosos dentro de la asociación industrial de Mejillones, identificando los volúmenes generados, los flujos de gestión existentes y las oportunidades de optimización que faciliten la transición hacia un sistema de gestión compartido, eficiente y alineado con los principios de la economía circular y la legislación ambiental nacional.

4.3 Diseño del plan de gestión.

La metodología propuesta para el desarrollo del plan de gestión de residuos no peligrosos se estructura en seis etapas operativas que permiten abordar de forma integral el ciclo de vida de los residuos generados en la asociación industrial de Mejillones.

Cada fase responde a los principios de la Ley REP (14), las directrices establecidas por la ISO 14001 (11), la PNGIRS (28) y el GWMO (27), asegurando la trazabilidad, el cumplimiento normativo y la mejora continua en la gestión ambiental de las empresas asociadas.

1. Segregación en origen	• Clasificación de residuos prioritarios e identificación de punto de generación.
2. Almacenamiento temporal	• Infraestructura acondicionada y bajo norma en empresa, con residuos rotulados y almacenados de forma seguros.
3. Recolección y transporte interno	• Pesaje de residuos previo a retiro según rutas definidas de recolección, con frecuencia conocida y registradas .
4. Valorización o disposición final segura	• Entrega de residuos segregados a gestores autorizados.
5. Educación y capacitación	• Formación de trabajadores y actividades comunitarias.
6. Trazabilidad	• Reportabilidad a Ministerio e internamente a través de pagina web.

Figura 4: Metodología de diseño de plan de gestión de residuos no peligrosos en la asociación industrial de Mejillones. Fuente: Elaboración propia (2025).

Estas etapas conforman una metodología sistemática y replicable que garantiza un manejo responsable de los residuos, desde su generación hasta su valorización final. Su aplicación busca fortalecer la eficiencia operativa y promover la sostenibilidad dentro del entorno industrial de Mejillones, contribuyendo al cumplimiento de los compromisos ambientales nacionales e internacionales.

4.4 Propuestas de implementación

Considerando que la implementación de un plan de gestión implica la modificación gradual de las estructuras y prácticas ya establecidas en una zona, se estima que la forma más adecuada de llevarlo a cabo es mediante etapas progresivas. Este enfoque permite asegurar una adopción ordenada, medible y sostenible por parte de las empresas que conforman la AIM, favoreciendo una transición estructurada hacia una gestión integral de los residuos.

La aplicación progresiva del plan busca garantizar la efectividad del sistema colectivo, promoviendo al mismo tiempo la consolidación de una cultura ambiental compartida entre

los distintos actores involucrados, fortaleciendo así la cooperación interempresarial y el compromiso con la mejora continua en materia de sostenibilidad.

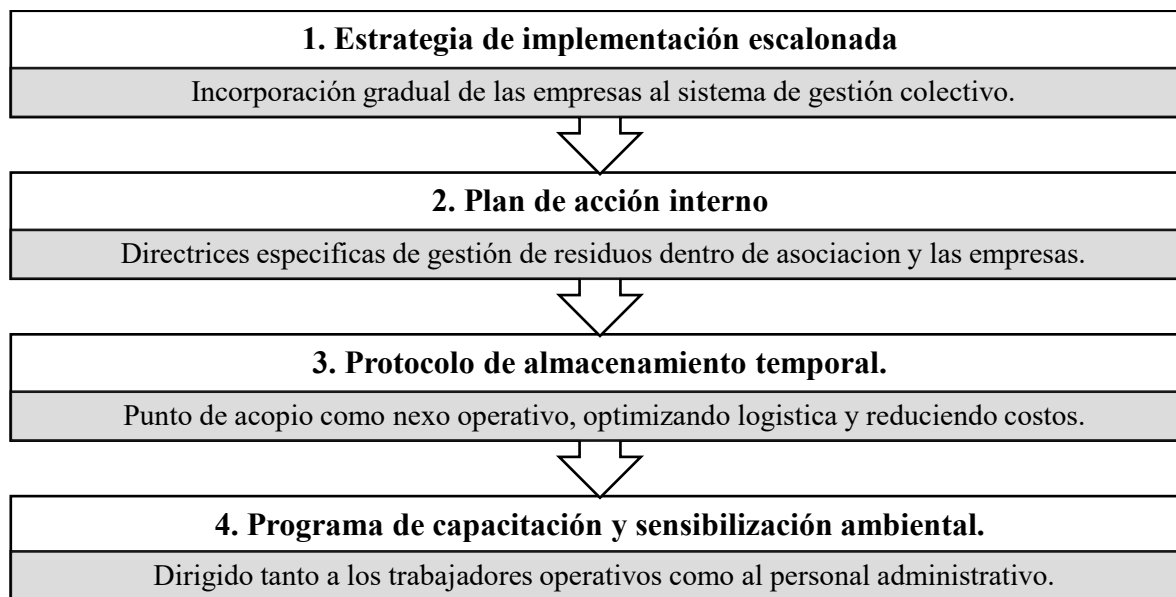


Figura 5: Metodología de implementación de plan de gestión Fuente: Elaboración propia (2025).

Estas propuestas de implementación, buscan consolidar un sistema de gestión progresivo, participativo y técnicamente sustentado, que permita integrar a las empresas bajo un modelo común de manejo responsable de residuos en la AIM.

4.5 Evaluación y monitoreo del plan de gestión

La evaluación y monitoreo del plan de gestión de residuos no peligrosos, se estructurará en un sistema continuo de medición del desempeño, sustentado en indicadores técnicos, ambientales, económicos y sociales.

Este proceso tiene como propósito asegurar el cumplimiento de los objetivos definidos, verificar la eficacia de las acciones implementadas y generar información confiable para la toma de decisiones y la mejora continua del sistema de gestión.

El monitoreo se realizará mediante el seguimiento periódico de los indicadores clave de desempeño (KPI). Estos indicadores se agrupan en cinco categorías: generación, valorización, eficiencia económica, impacto ambiental y capacitación. Su evaluación permitirá medir de manera integral los resultados obtenidos, tanto en el manejo físico de los residuos como en la adopción de una cultura organizacional orientada a la sostenibilidad.

El sistema de monitoreo incluirá mecanismos de verificación semestral. Los resultados obtenidos serán analizados en reuniones del Comité Ambiental de la AIM, donde se definirán

acciones. Asimismo, se elaborará un informe anual de desempeño, que consolidará los resultados de todas las empresas participantes, permitiendo comparar avances interanuales y medir el grado de cumplimiento de las metas colectivas.

La retroalimentación del proceso de monitoreo se integrará en el ciclo de mejora continua (PHVA: Planificar, Hacer, Verificar , Actuar), garantizando que el plan se mantenga dinámico y adaptable a los cambios normativos o productivos de la asociación. Este enfoque no solo permitirá cumplir con la legislación vigente, sino también fortalecer el compromiso ambiental y social de las empresas socias.

Además de considerar una plataforma web que unifique toda la información necesaria, que permita evidenciar la gestión realizada y sea una herramienta para las empresas y su reportabilidad.

5. Resultados

5.1 Revisión bibliográfica de antecedentes normativos y técnicos

La revisión bibliográfica realizada constituye un eje central en el desarrollo del presente estudio, pues permitió establecer los fundamentos técnicos, normativos y estratégicos que sustentan la formulación de un plan de gestión de residuos no peligrosos para la asociación industrial de Mejillones(AIM), en conformidad con la Ley N.º 20.920 sobre Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP). A continuación se muestra los principales instrumentos internacionales considerados como base de la presente memoria.



Figura 6: Iniciativas internacionales para sustentabilidad. Fuente: Elaboración propia (2025).

También se estudió los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU en la Agenda 2030, en particular los objetivos N.º 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y N.º 12 (Producción y consumo responsables), ya que ambos están directamente relacionados con la gestión eficiente de residuos.

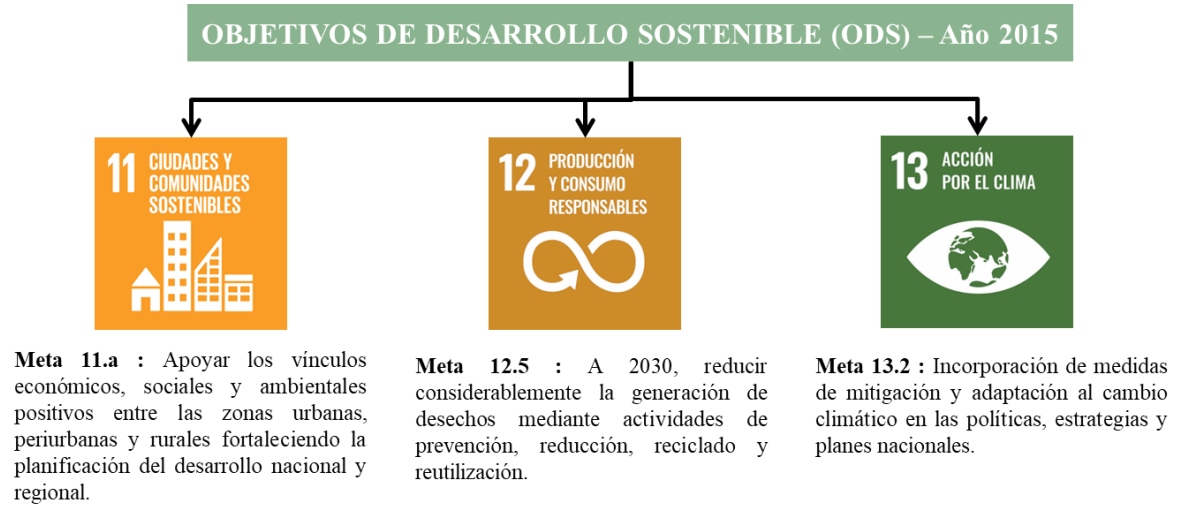


Figura 7: Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente: Elaboración propia (2025).

A nivel nacional, los resultados indican que Chile ha avanzado significativamente en la estructuración de políticas públicas orientadas a la gestión sustentable de residuos y la mitigación del cambio climático, los principales políticas se muestran a continuación.

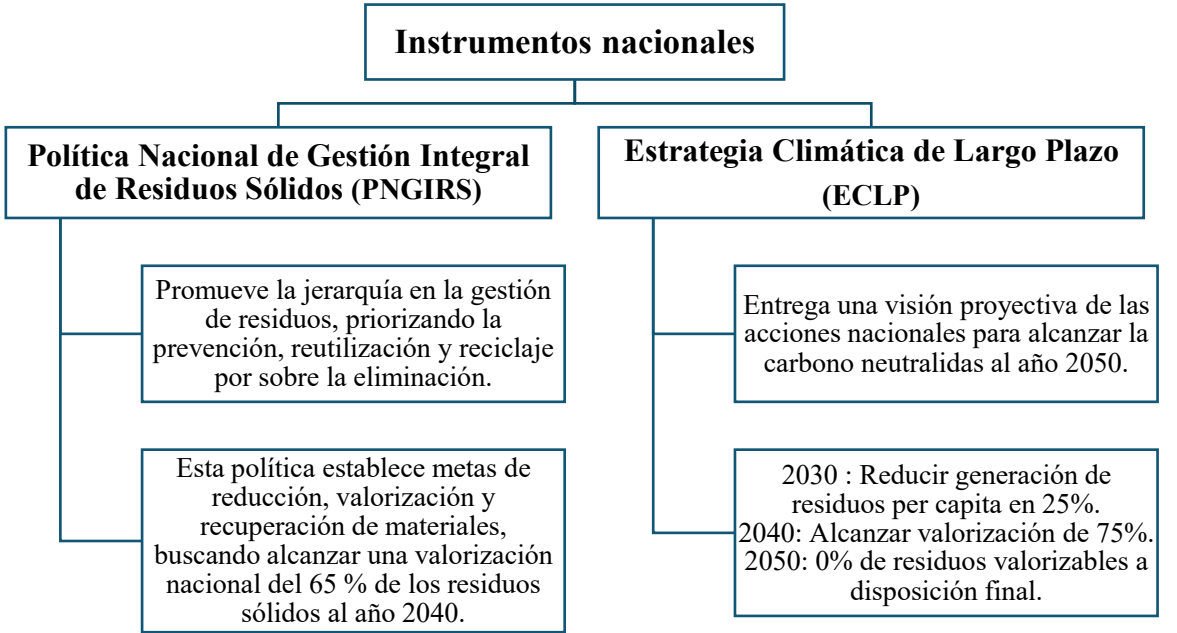


Figura 8: Lineamientos nacionales para la gestión de residuos. Fuente: Elaboración propia (2025)

Por último, la Hoja de Ruta de Economía Circular en Chile (2021–2040), la cual, complementa estas estrategias, al establecer una visión de largo plazo para transitar hacia un modelo productivo circular, que considera una economía circular regenerativa que impulse a Chile a un desarrollo sostenible, justo y participativo que ponga el bienestar de las personas en el centro (29) Además, define cuatro ejes estratégicos para concretar la transformación:

- **Innovación circular:** Creatividad para la transición a sistemas productivos de bajo impacto socioambiental a lo largo de ciclos de vida.
- **Cultura circular:** Información transparente y educación integral para una sociedad consciente que cuida su medio ambiente.
- **Regulación circular:** Marco regulatorio que reconozca el potencial de la economía circular y facilite su implementación.
- **Territorios circulares:** Desarrollo local sostenible y compatible con las visiones y vocaciones de cada territorio.

Además propone metas nacionales, como generar 180.000 empleos verdes, disminuir en un 30% la generación de residuos por PIB, aumentar en un 75% la tasa general de reciclaje, y recuperar el 90% de sitios afectados por disposición ilegal, todas metas para el año 2040.

Estos lineamientos sirven de base para definir las etapas de valorización progresiva dentro del plan, así como para justificar la importancia de la cooperación entre las empresas socias de la AIM bajo un sistema colectivo de gestión.

La revisión del marco normativo nacional evidenció que la Ley N.º 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente constituye la base jurídica del sistema ambiental chileno, estableciendo la institucionalidad, los instrumentos de gestión y los principios de prevención, responsabilidad y sustentabilidad.

A partir de esta base legal, junto con los lineamientos internacionales y nacionales, se construyó la Ley N.º 20.920, conocida como la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor), promulgada en 2016. Esta normativa tiene por objetivo disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización. Introduce el principio de “quien contamina paga” y establece una nueva categoría de responsabilidad para los productores, quienes deben asegurar la recolección y valorización de los productos una vez finalizada su vida útil (14).

Uno de los componentes relevantes de la Ley REP es la creación de sistemas de gestión, los cuales pueden ser individuales o colectivos. Estos sistemas deben cumplir con metas de recolección y valorización, contando con mecanismos de financiamiento, trazabilidad, licitación de gestores y verificación de cumplimiento.

El Sistema de Gestión Colectivo (SGC) es una figura especialmente relevante en el contexto de asociaciones industriales como la de Mejillones, ya que permite que múltiples empresas puedan operar bajo un mismo esquema de cumplimiento, optimizando recursos y logística.

El Decreto Supremo N.º 12/2020 operacionaliza esta ley al establecer las metas y obligaciones para los residuos de envases y embalajes, incluye papel, cartón, plásticos y metales, los cuales son los principales materiales no domiciliarios considerados en este plan. El decreto establece metas progresivas a 12 años y exige que los sistemas de gestión incorporen trazabilidad, reportabilidad, infraestructura de acopio y mecanismos de valorización certificados. Estos requisitos fueron utilizados como base estructural para el diseño del Sistema de Gestión Colectivo propuesto en la presente memoria, que busca coordinar a las empresas de la AIM bajo un modelo común de cumplimiento.

En la dimensión técnica y operativa, los resultados de la revisión bibliográfica sobre gestión moderna y sistemas de mejora continua, define distintos principios:

- **Prevención en la fuente:** Busca evitar la generación de residuos mediante el rediseño de procesos y productos.
- **Responsabilidad compartida:** Distribuye las obligaciones entre productores, consumidores y gestores.
- **Jerarquía de manejo:** Prioriza la prevención, reutilización, reciclaje y valorización por sobre la disposición final.
- **Mejora continua:** Implica monitorear indicadores de desempeño y adaptar las prácticas de gestión según los resultados obtenidos

Y también existen diferentes modelos aplicables, los cuales se muestran a continuación:

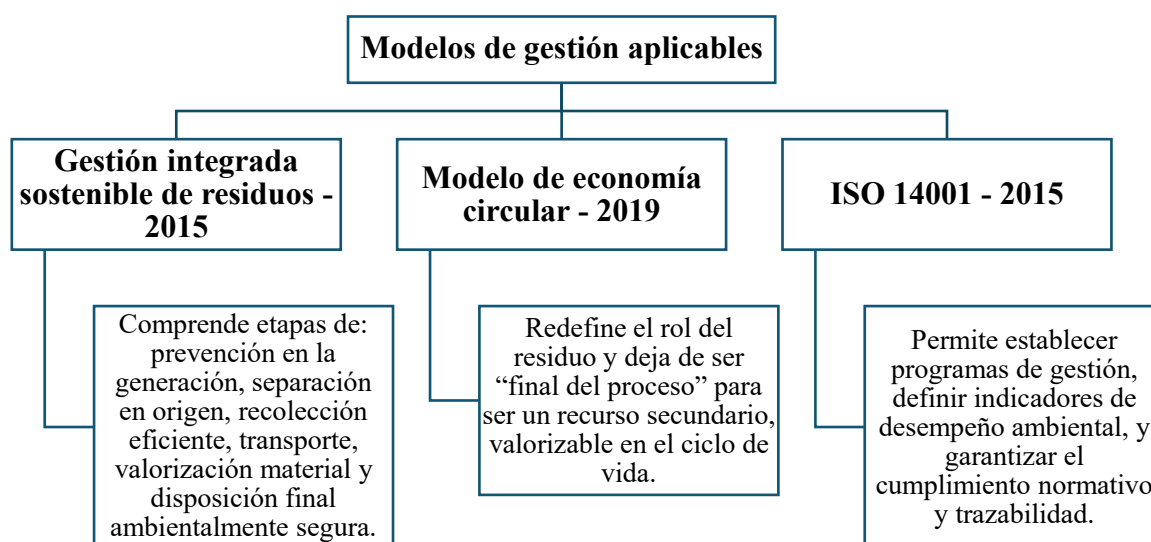


Figura 9: Modelos de gestión aplicables. Fuente: Elaboración propia (2025).

El plan de gestión para la asociación industrial de Mejillones considera una mezcla estratégica de los modelos, lo cual, permite abordar la gestión de residuos no solo como un requerimiento legal, sino como una oportunidad de eficiencia productiva. Sin embargo, para materializar este marco conceptual en una operación efectiva en terreno, es indispensable traducir estos principios en componentes funcionales concretos; por consiguiente, a continuación se definen los elementos clave que articularán la operatividad del sistema de gestión propuesto:

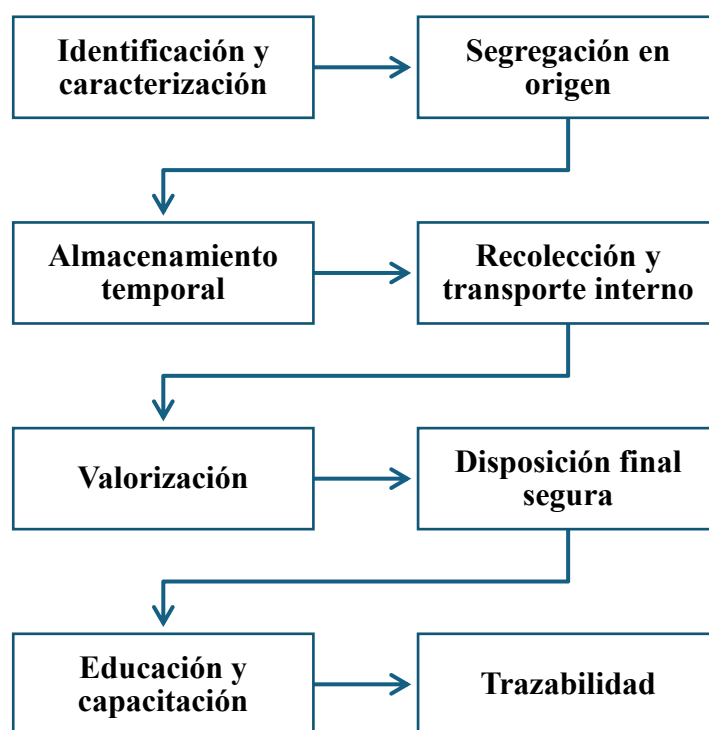


Figura 10: Elementos clave para una gestión de residuos moderna. Fuente: Elaboración propia (2025).

De esta manera, la revisión bibliográfica no solo permitió comprender el contexto normativo y técnico, sino que también sienta las bases metodológicas y operativas para el desarrollo del plan de gestión de residuos no peligrosos de la asociación industrial de Mejillones, alineando su aplicación con los estándares internacionales y las políticas ambientales vigentes en Chile.

5.2 Diagnóstico de la situación actual en la Asociación Industrial de Mejillones

Con el fin de evaluar el estado actual de la gestión de residuos a estudiar, se recopilaron y analizaron los datos declarados en SINADER (42) por las empresas socias de la AIM. El análisis se centró en los residuos priorizados en el marco de la Ley REP, es decir, los residuos industriales generales, metal, papel y cartón, plásticos.

5.2.1 Generación de residuos por empresas AIM

Con el fin de evaluar el estado actual de la gestión de residuos a estudiar, se recopilieron y analizaron los datos declarados en SINADER por las empresas socias de la AIM, complementado con fuentes secundarias oficiales cuando la información no se encontraba disponible.

En total se obtuvieron datos de once de las empresas socias de la AIM que presentan declaración activa en SINADER, entre las cuales se encuentran: Termoeléctrica ENGIE, Noracid, Oxiquim, AES Gener/Cochrane, Molyb, Puerto Angamos, Enaex, Enel, Puerto Mejillones, FCAB y Corpesca. Por otro lado, para la empresa GNL Mejillones, los datos fueron obtenidas desde su “Reporte de Sostenibilidad 2022-2023”, disponible públicamente en su sitio corporativo. Las empresas Copec, Interacid y Gasmar SpA, no presentan datos ni en SINADER ni en documentos oficiales públicos, por lo que, a pesar de ser parte de AIM, no serán consideradas numéricamente dentro de los diagnósticos actuales.

A continuación se muestra la cantidad de residuos reportados por las empresas de la asociación, la cual corresponde a un total de 1792 toneladas anuales.

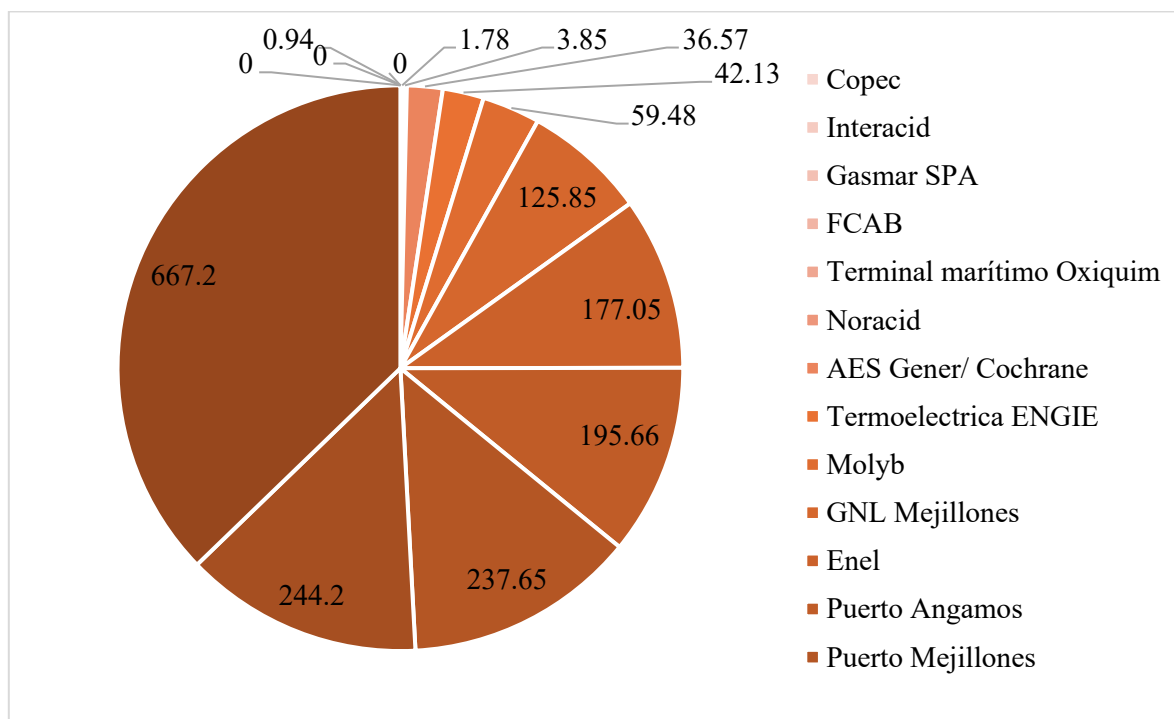


Figura 11: Toneladas de residuos no peligrosos generado por empresas socias en el año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025)

El gráfico anterior ilustra la distribución de los residuos no peligrosos generados por las empresas de la AIM, agrupando las categorías de papel y cartón, plásticos, metales y residuos

industriales generales. El detalle de estas cifras se encuentra disponible en anexos como Tabla 7 de Generación de residuos anual.

A fin de visualizar con mayor precisión el comportamiento de cada flujo de materiales y detectar brechas de gestión específicas, a continuación se presentan los gráficos de todos los residuos generados y de cada uno que se valoriza.

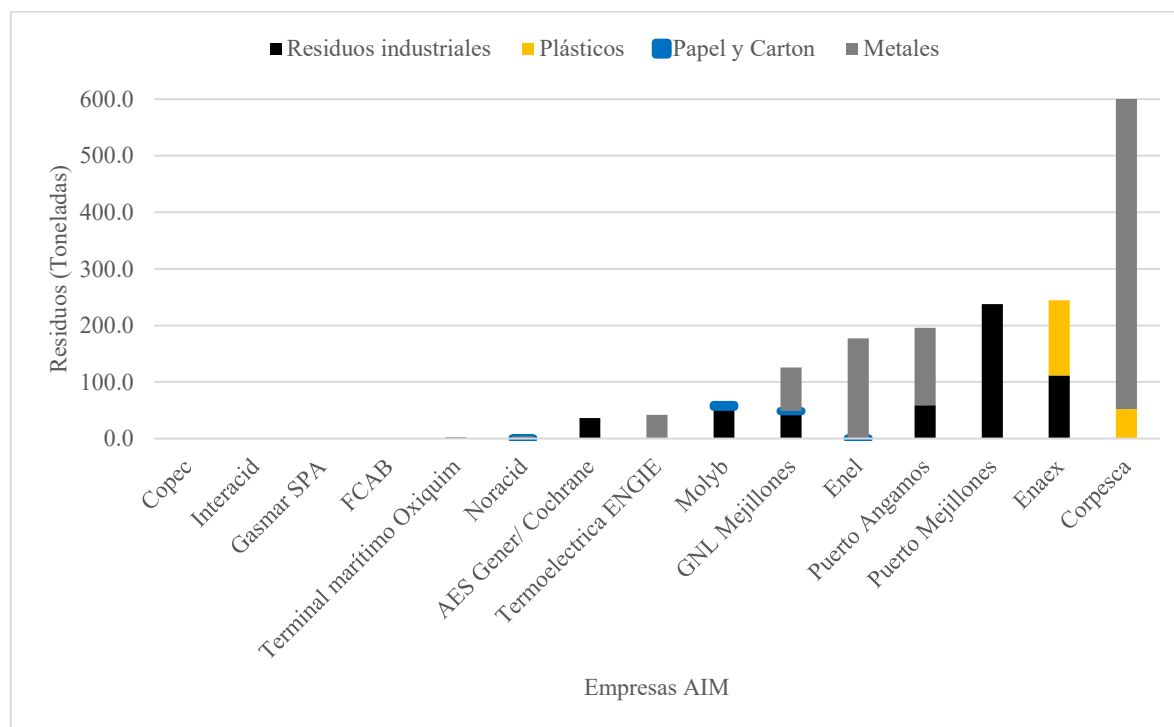


Figura 12: Toneladas de tipos de residuos no peligrosos generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).

Es fundamental precisar que los colores por tipo de residuo corresponden a los indicados en la NCh 3322:2013 y la categoría denominada 'Residuos industriales' representa una mezcla heterogénea de materiales que, al no haber sido segregados en origen, pierden su potencial de recuperación. Debido a su condición mixta, técnica y económicamente inviable de separar a posteriori, estos volúmenes son destinados inevitablemente a disposición final en vertederos o rellenos sanitarios.

En contraparte, las fracciones identificadas específicamente como metales, plásticos y papel y cartón corresponden a residuos que han sido sometidos a una efectiva segregación en la fuente. Esta separación permite su valorización, desviándolos del vertedero para ser reincorporados a la cadena productiva mediante procesos de reciclaje o reutilización, alineándose con los principios de la jerarquía de manejo de residuos. A continuación se muestra el detalle de cada uno de los residuos.

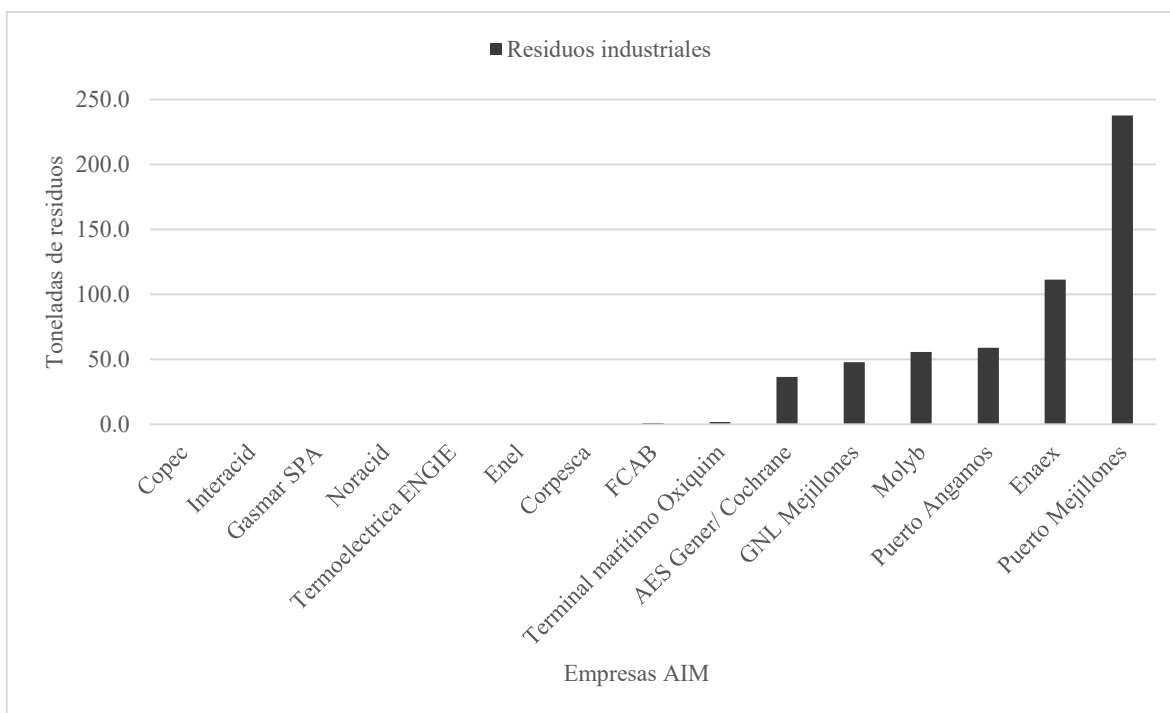


Figura 13: Toneladas de residuos no peligrosos de mezcla de residuos industriales generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).

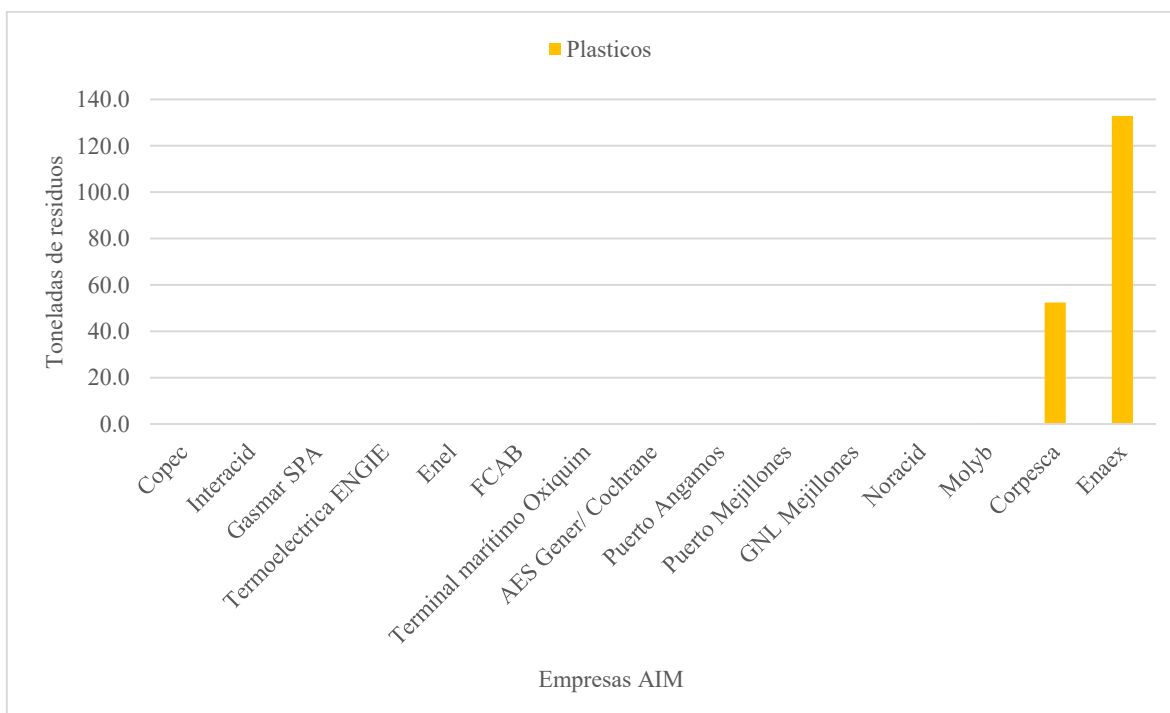


Figura 14: Toneladas de residuos no peligrosos tipo plásticos generados por empresas de la AIM en el año 2023 Fuente: Elaboración propia (2025).

En primer lugar, los residuos industriales concentran los volúmenes más significativos, alcanzando las 550 toneladas totales, lo que refleja que la valorización sigue siendo marginal frente a la magnitud de la generación total.

En el caso de los plásticos, su presencia en volúmenes relativamente bajos en comparación con los residuos industriales no debe interpretarse como un problema menor, sino como una oportunidad desaprovechada en el marco de la economía circular. La baja valorización de este material, ampliamente regulado por la Ley REP en la categoría de envases y embalajes, pone de relieve la necesidad de fortalecer los mecanismos de trazabilidad, fiscalización y responsabilidad extendida de los productores

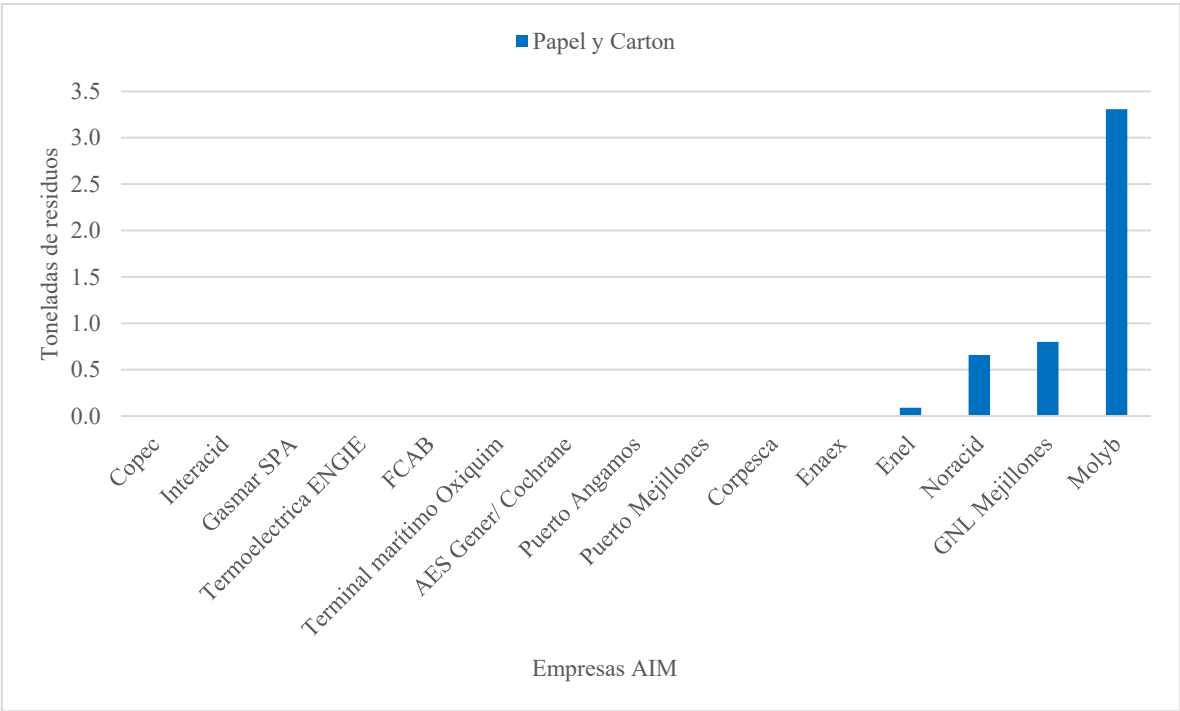


Figura 15: Toneladas de residuos no peligrosos tipo papel y cartones generados por empresas de la AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).

Asimismo, resulta crítico observar que categorías como papel y cartón, a pesar de ser uno de los residuos más abundantes en entornos industriales, apenas alcanzan una valorización total cercana a las 5 toneladas anuales . Esta brecha no responde únicamente a factores técnicos, sino también a limitaciones estructurales en la infraestructura de reciclaje y a la falta de incentivos económicos que promuevan su recuperación.

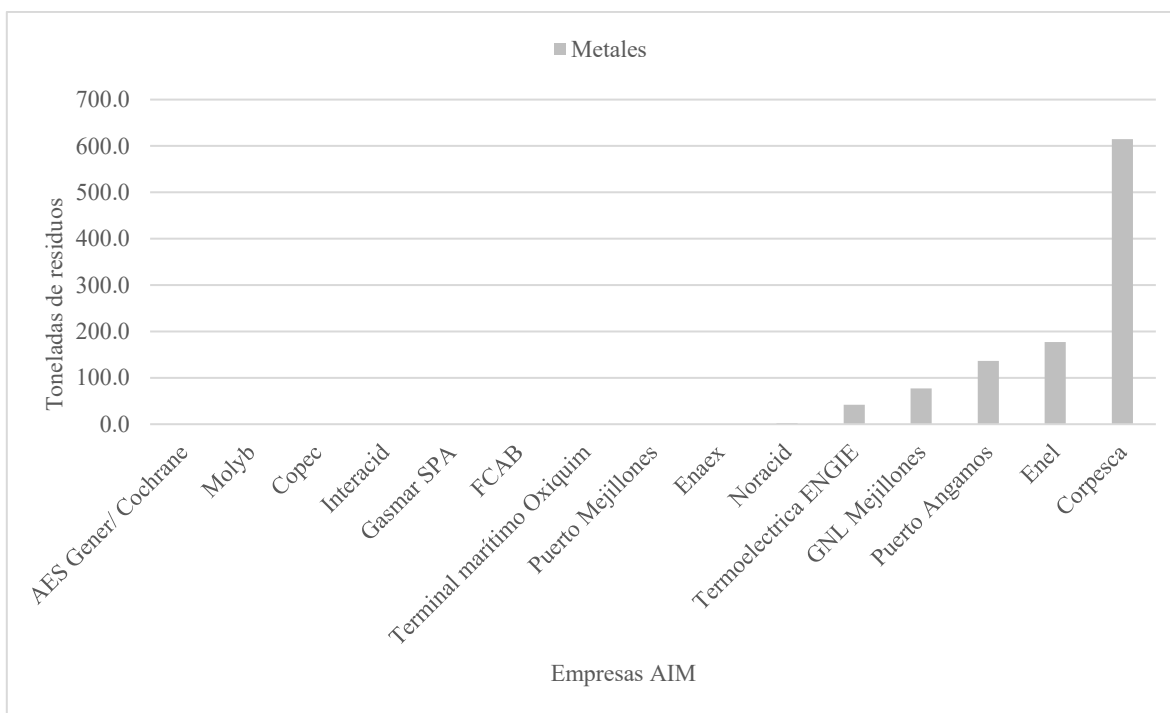


Figura 16: Toneladas de residuos no peligrosos tipo metales generados por empresas de la AIM año 2023.
Fuente: Elaboración propia (2025).

Es importante notar que, si bien los metales constituyen el residuo con mayor valorización relativa debido a su alto valor de recuperación y a la simplicidad de su segregación, el panorama general evidencia una fuerte asimetría entre generación y valorización.

En conjunto, el gráfico no solo ilustra la composición de residuos por empresa, sino que también evidencia la persistente desconexión entre la generación de residuos y su valorización efectiva. Este desajuste plantea un desafío central para la política pública: avanzar desde un modelo de gestión centrado en la disposición final hacia uno que priorice la prevención, la valorización y la circularidad, en línea con los principios de la Ley REP y las tendencias internacionales en gestión de residuos.”

5.2.2 Empresas receptoras de residuos

En una segunda etapa del diagnóstico, se analizó la disposición final de los residuos declarados, identificando las empresas receptoras o gestoras que actualmente reciben los residuos generados por los miembros de la AIM. Entre las empresas reportadas en SINADER utilizadas por las empresas de AIM son:

- **Recmetal:** Empresa dedicada al reciclaje de metales, contribuyendo a la disminución de la contaminación (43) y se encuentra ubicada en la comuna de Alto Hospicio.

Según el reporte SINADER, las empresas; Termoelectrica ENGIE, Noracid y Puerto Angamos, disponen sus residuos metálicos a esta compañía, entregando entre las tres un total de 181,71 toneladas de metal.

- **Export Metals:** Empresa con actividad principal en la compraventa de metales férricos y no férricos (44), ubicada en la comuna de Antofagasta. Corpesca envió un total de 607,39 toneladas de metal para su disposición final.
- **Constructora Luis Alfonso Ortiz Pacheco:** Constructora ubicada en la comuna de Iquique (45) que recibe 7,3 toneladas de metal por parte de Corpesca para su disposición final.
- **SGrekad-Met:** Empresa dedicada a la compra de excedentes industriales de diversas compañías mineras del país, contando con resoluciones sanitarias que autorizan el transporte y almacenamiento de materiales (46), ubicada en la comuna de Alto Hospicio. Enel reporta entregar un total de 176,96 toneladas de metal para su disposición final.
- **Recipet:** Planta recicladora de plásticos PET, que tiene como objetivo utilizar en el mediano plazo, una fracción cada vez mayor de PET reciclado en sus formulaciones, recibiendo desde Arica a Punta Arenas (47) con capacidad instalada de reciclaje de aproximadamente 1000 toneladas mensuales y procesando un promedio de 600 toneladas mensuales. En la comuna de Santiago se reciben 0,58 toneladas de plástico entregadas por las empresas Noracid y Molyb para su disposición final.
- **GAIA:** Empresa que controla desde la generación hasta la disposición final de todos los residuos generados por las organizaciones asociadas, considerando la jerarquización de residuos y sus propiedades inherentes, ubicada en la comuna de Santiago (48). Esta empresa recibe para su disposición final, 44,91 toneladas de plásticos por parte de Enaex.
- **Comberplast:** Empresa especializada en la integración e inyección de plástico reciclado, promoviendo una economía circular y la sostenibilidad ambiental, ubicada en la comuna de San Bernardo (49). Enaex entrega 87,96 toneladas de plástico para su disposición final.
- **Recicla Tarapacá:** Empresa especializada en recuperación y reciclamiento de otros desperdicio y desechos, ubicada en la comuna de Alto Hospicio. Recibe un total de 52,38 toneladas de plástico por parte de Corpesca para su disposición final.

- **Sorepa:** Empresa dedicada a la recuperación, manejo y disposición de papeles y cartones, mediante un modelo de economía circular, con el objetivo de darles un correcto uso y destino (50). Con plantas en diversos puntos del país, recibe 4,6 toneladas de papel y cartón por parte de las empresas Noracid, Molyb y Enel, además de 0,09 toneladas de plástico por parte de Noracid.
- **Recinor:** Empresa dedicada a la recuperación y reciclamiento de otros desperdicios y desecho, ubicada en la comuna de Antofagasta. Recibe 0,19 toneladas de mezcla de residuos industriales por parte de Molyb.
- **COMEXIN:** Empresa dedicada a la gestión de residuos industriales, capaz de manejar volúmenes importantes de papel, cartón y plástico (51), ubicada en la comuna de Calama. Recibe un total de 11,91 toneladas de mezcla de residuos industriales por parte de Molyb.
- **Séché Group:** Empresa especializada en la valorización, tratamiento y gestión de residuos industriales altamente complejos (peligrosos y no peligrosos), con énfasis en la remediación de suelos y sitios contaminados (52), ubicada en distintas oficinas, especialmente en la comuna de Sierra Gorda. Recibe 231,89 toneladas de mezclas de residuos industriales, enviadas por Puerto Angamos, Enaex y Puerto Mejillones.
- **Hidronor:** Empresa comprometida con la búsqueda de soluciones a la gestión de residuos industriales en diferentes rumbos, aportando desarrollo, crecimiento y sustentabilidad (53), ubicada en la comuna de Antofagasta. Enaex y Puerto Mejillones enviaron un total de 176,08 toneladas de mezcla de residuos industriales.
- **Consorcio Santa Marta:** Empresa enfocada en la gestión de residuos de manera innovadora y bajo estrictas normas de certificación, quienes cuentan con una central de energía renovable no convencional y un centro de tratamiento integral de residuos (54), ubicada en la comuna de Antofagasta. FCAB le entrega 0.76 toneladas de mezcla de desechos industriales.
- **I Municipalidad de Mejillones:** Mediante la “Dirección de Medio Ambiente Aseo y Ornato” de la municipalidad (55), se busca supervisar y vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental y sanitaria en la comuna de Mejillones, además, dentro de sus programas municipales, se encuentra el Vertedero municipal de Mejillones, quien recibe los residuos de la comuna por parte de los camiones, siendo un servicio de carácter privativo de la municipalidad de Mejillones. Recibe 82.20 toneladas de mezcla de residuos industriales por parte de Terminal marítimo Oxiquim, AES Gener/Cochrane, FCAB y Molyb.

Del análisis de los actuales destinatarios de residuos, se observa que existe una oferta consolidada de gestores autorizados operando tanto a nivel regional como nacional, lo cual ratifica la viabilidad técnica del mercado para la futura implementación del Sistema de Gestión Colectivo. En este contexto, varias de las empresas identificadas, como Recmetal, Sorepa o Comberplast, se perfilan como potenciales oferentes estratégicos para las próximas etapas de licitación de gestores. Sin embargo, es fundamental precisar que el alcance del plan propuesto se circunscribe exclusivamente a los residuos prioritarios no peligrosos (papel, cartón, plásticos y metales). Por consiguiente, las empresas de la AIM mantendrán la continuidad de sus contratos actuales con gestores especializados como Hidronor o Séché Group para el manejo de residuos peligrosos y otros desechos industriales específicos no cubiertos por este proyecto, asegurando así una cobertura integral de todos los flujos generados sin interrumpir las operaciones críticas ya establecidas.

5.3 Diseño del plan de gestión

El plan de gestión tiene como propósito central transformar la actual dinámica lineal de eliminación de residuos hacia un modelo circular y colaborativo. Se genera un sistema integral y colaborativo para la gestión de residuos industriales no peligrosos (papel, cartón, plásticos y metales) en las empresas socias de la AIM, que priorice la valorización sobre la disposición final, asegurando el cumplimiento normativo de la Ley N.º 20.920 y fomentando la economía circular en la comuna de Mejillones.

Para ello, se estructura seis etapas operativas que permiten abordar de forma integral el ciclo de vida de los residuos generados en la asociación, permitiendo un desarrollo óptimo en la gestión de los residuos.

5.3.1 Segregación en el origen

El punto de inicio del plan de gestión, es la separación correcta de los residuos en el punto de generación. Para evitar la contaminación cruzada, la cual, es la principal barrera detectada en el diagnóstico, se establece un código de colores único para todas las empresas de la asociación, basado en la Norma Chilena NCh 3322:2013.

Se propone la implementación puntos de segregación de residuos según el área operativa de la empresa con contenedores de menor cantidad (50 a 120 litros) ubicados en oficinas, zonas de paso y espacios comunes.

La distribución de los contenedores no será aleatoria, sino que responderá a un análisis de los flujos de trabajo dentro de cada empresa. Lo ideal es que su ubicación sea en la fuente inmediata de generación, como por ejemplo, al costado de las impresoras para papel, en la salida de zonas de descanso para botellas, o en los bancos de trabajo para despusques metálicos. También habrá contenedores más grande tipo “Lutocar”, para ir acumulando los residuos ya segregados en contenedores pequeños.



Figura 17: Ejemplo de contenedores para espacios comunes. Fuente: Ecocontenedores (2025)

Para maximizar la eficiencia logística, se establece un protocolo estricto de acondicionamiento previo a la segregación. Todo quien segregue residuos deberá aplicar las siguientes acciones antes de depositar el residuo:

- **Papel y Cartón:** Las cajas deben ser desarmadas y aplanadas completamente. Los elementos como cintas adhesivas excesivas y grapas grandes deben ser retirados en la medida de lo posible.
- **Envases Plásticos (PET/PEAD):** Deben someterse a un triple lavado rápido para eliminar restos orgánicos (líquidos o alimentos) que puedan generar olores o atraer vectores, y posteriormente deben ser aplastados para reducir su volumen.
- **Metales:** Las latas de aluminio deben ser comprimidas. La chatarra industrial no debe contener aceites libres ni estar mezclada con escombros

Para minimizar el error humano y la contaminación cruzada, cada punto de segregación contará con una señalética estandarizada y visualmente explícita, dada por la NCh 1410, ubicada a la altura de la vista a 1.5 metros de altura.

Esta gráfica no solo indicará el color y nombre del residuo, también, imágenes reales de ejemplos claros de residuos generados comúnmente en la planta que SÍ pueden depositarse como botellas y cajas, pero también habrá advertencias claras sobre residuos prohibidos en ese contenedor.

5.3.2 Almacenamiento temporal

Dado que los volúmenes de generación son variables entre las empresas (como se evidenció en el diagnóstico donde empresas como Corpesca generan altos volúmenes de metal frente a otras con menor generación), se propone un sistema de acopio flexible pero normado.

Cada una de las empresas deberá habilitar un Sector de Acopio Temporal (SAT) que cumpla con las siguientes condiciones técnicas para asegurar la valorización:

- **Techumbre y protección:** Los residuos, especialmente papel y cartón, deben estar protegidos de la intemperie (humedad y sol directo) para no perder su valor comercial.
- **Señalética unificada:** Uso de letreros idénticos en todas las empresas socias para facilitar la rotación de personal y la auditoría cruzada.
- **Restricción de Acceso:** La zona debe estar delimitada (cierre perimetral) y contar con control de acceso para evitar la disposición no autorizada de residuos ajenos al sistema o la mezcla con residuos peligrosos.
- **Acceso logístico:** El SAT debe estar ubicado en una zona que permita el ingreso de camiones recolectores sin interrumpir la operación principal de la planta.
- **Seguridad:** Disposición de extintores y kits de control de derrames cercanos, especialmente en zonas de acopio de plásticos y cartones debido a su carga combustible.

La implementación rigurosa de estos estándares operativos en el SAT garantiza la preservación de la calidad de los materiales segregados y optimiza la logística de retiro, asegurando un flujo eficiente y trazable hacia la etapa de valorización final.

Por otra parte, es necesario identificar los tipos de contenedores y ejemplos de residuos, los cuales, se muestran a continuación:

Tabla 4: Protocolo de segregación con contenedores. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tipo de Residuo	Contenedor Industrial	Criterio de Aceptación
Papel y Cartón – Azul	Jaula metálica o Contenedor rodante	Cartón corrugado desarmado, libre de aceites, grasas o restos de comida. Papel de oficina sin anillados ni clips.
Plásticos – Amarillo	Maxi saco o Jaula de malla	Envases de PEAD, PEBD, PP y PET (botellas, bidones lavados, films de embalaje). Deben estar libres de líquidos y compactados.
Metales – Gris	Contenedor Open Top o Tolva	Chatarra ferrosa y no ferrosa, latas de aluminio, despuntes de acero. Libres de residuos peligrosos impregnados.
Residuo General - Negro	Contenedor 1.100 Litros	Residuos no reciclables, sucios o contaminados (papel higiénico, servilletas sucias, plásticos no valorizables).

Las empresas deben contar una dotación de contenedores suficiente para absorber el volumen de generación semanal de la empresa, considerando un margen de seguridad del 20%, el cual debe ser evaluado juntamente con cada empresa, debido a que cada una tiene una estructura y fuerza laboral diferente. Además, la eficiencia del SAT dependerá de su gestión operativa, debe contar con personal designado como operadores de patio, los cuales, estarán encargados del recinto, ellos deben inspeccionar visualmente los residuos provenientes de los puntos internos. El operador deberá verificar que la segregación en origen haya sido correcta, rechazando o corrigiendo in situ aquellos residuos que presenten contaminación cruzada (ej. plásticos con restos orgánicos o cartones mojados).

En casos donde se detecten errores menores de clasificación, el personal deberá realizar una segregación correctiva para recuperar el material, asegurando que el lote final cumpla con los requisitos de aceptación de la planta de valorización sin romper la cadena de custodia del residuo.

Documentar el ingreso de los materiales al SAT para mantener la trazabilidad interna del sistema, generando una planilla de pesaje, fecha, control de personal que ingresó residuos y zona de producción de residuo, para en el largo plazo generar estudios de generación por empresa.

5.3.3 Recolección, transporte y disposición interna

Considerando la proximidad geográfica de las empresas seleccionadas (ver Figura 2 del marco teórico), se propone un modelo de logística colaborativa. Se ideó una estrategia de retiro, donde un único camión recolector realiza un circuito programado retirando materiales específicos por día. Esto permite rentabilizar el retiro para empresas con bajos volúmenes, que individualmente no son atractivas para un gestor y reducir la huella de carbono asociada al transporte además, consolida volúmenes mayores (economía de escala) para negociar mejores tarifas con las plantas de valorización. La programación de retiros se ha diseñado considerando la densidad y volumen específico de cada material, evitando la saturación anticipada del camión y asegurando la eficiencia del viaje:

- **Martes – Papel y cartón:** Día exclusivo para material celulósico. Se prioriza el inicio de semana para despejar las bodegas de cajas acumuladas tras la recepción de insumos del lunes. Requiere camión con sistema de protección contra humedad.
- **Miércoles - Plásticos:** Retiro exclusivo de plásticos. Debido a su baja densidad y alto volumen (relación peso/volumen desfavorable), se asigna un día único para evitar que "llenen el camión con aire" impidiendo la carga de otros materiales más pesados.
- **Jueves - Metales:** Retiro de chatarra ferrosa y no ferrosa. Dada su alta densidad, este retiro se programa según requerimiento o con frecuencia quincenal para evitar sobrepasar la capacidad de carga por eje del vehículo de transporte.

Como elemento diferenciador y garante de calidad, el sistema no enviará los residuos directamente desde las empresas a la planta de reciclaje final. Se habilitará un Centro de Acopio y Transferencia (CAT) administrado por la Asociación. Este recinto funcionará como:

- **Control de Calidad Secundario:** Al llegar al CAT, personal calificado realizará una segunda inspección de la carga. Esto permite detectar y segregar residuos incorrectos que hayan pasado el primer filtro en las empresas, garantizando que el material entregado al destinatario final tenga una pureza superior al 95%, evitando rechazos y penalizaciones económicas.
- **Densificación de Carga:** El CAT contará con equipos de compactación y enfardado. Esto permite transformar el material suelto (que es caro de transportar) en fardos de alta densidad, optimizando el transporte hacia las plantas de valorización.



Figura 18: Disposición correcta de cartón previo a retiro. Fuente: Embalaje Selección (2025).

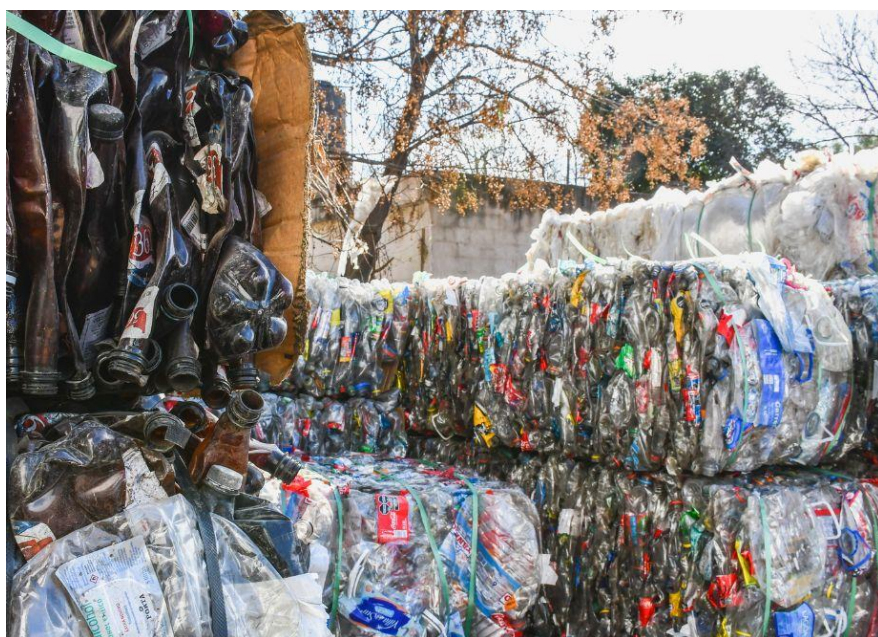


Figura 19: Disposición correcta de plásticos previo a retiro de gestor. Fuente: Cairplas (2025)



Figura 20: Manejo de metales/chatarra previo a retiro. Fuente: Metalesriobravo (2025).

- **Stock de Almacenamiento:** Permite acumular un "stock crítico" suficiente para completar camiones de alto tonelaje (Ramplas de 24 toneladas), reduciendo el costo unitario de transporte por tonelada gestionada.

Por último, la cadena de custodia de los residuos se resguardará mediante un sistema de manifiesto de carga digital, el cual debe ser validado en origen con firma digital del encargado de patio de la empresa generadora al momento del retiro, registrando peso estimado y tipo de residuo, en la recepción en CAT con un pesaje certificado en romana de ingreso al centro de acopio y validación de calidad, para luego el destino final, obtener el certificado de recepción y valorización emitido por el gestor autorizado final, documento base para la declaración en SINADER/RETC.

5.3.4 Valorización o disposición final segura

La asociación industrial de Mejillones gestionará los residuos priorizando la jerarquía de manejo establecida en la Ley REP y su decreto 12/2020. Para ello, los materiales consolidados en el Centro de Acopio y Transferencia (CAT) serán derivados exclusivamente a Gestores Autorizados que cuenten con resolución sanitaria y capacidad de emitir certificados de trazabilidad. Estos gestores, son definidos luego de una licitación abierta que debe ser responsable la asociación e informar al ministerio del medio ambiente sobre el gestor en cuestión. Basado en la oferta actual identificada en el diagnóstico, se definen las siguientes rutas de valorización:

- **Metales (Ferrosos y No Ferrosos):** Serán destinados a fundiciones y empresas de reciclaje de metales como *Recmetal* o *Export Metals*, donde se funden para convertirse en nueva materia prima siderúrgica.
- **Papel y cartón:** Los fardos de cartón corrugado (OCC) libres de contaminantes serán enviados a plantas de reciclaje de celulosa como *Sorepa*, permitiendo su transformación en nuevas cajas y embalajes.
- **Plásticos (PET/PEAD/PP):** Los plásticos densificados se derivarán a plantas de molienda y pelletización como *Comberplast* o *Recipet*, reintroduciéndose en la industria manufacturera.

Para aquella fracción de residuos que, tras el proceso de segregación secundaria en el CAT, se determine como "rechazo" (material contaminado, sucio o no reciclable técnicamente), se procederá a su disposición final ambientalmente segura.

A diferencia de la práctica actual de uso de vertederos municipales para residuos industriales, la AIM exigirá que estos rechazos sean dispuestos en rellenos sanitarios autorizados (como *Consorcio Santa Marta* o similar con capacidad técnica), asegurando una disposición segura y correspondiente con el cuidado medioambiental. Se prohíbe estrictamente la disposición en vertederos ilegales o sitios sin resolución de calificación ambiental (RCA).

La sostenibilidad financiera y operativa de estas rutas de valorización se formalizará mediante contratos de prestación de servicios con los gestores adjudicados. En dichos instrumentos, se establecerá un modelo tarifario que contemple tanto los costos logísticos como los retornos económicos por valorización. Es fundamental precisar que los precios de los materiales recuperados se ajustarán de acuerdo con los valores de mercado vigentes al momento de generar el primer retiro, asegurando la transparencia comercial frente a las fluctuaciones del mercado. Asimismo, la coordinación operativa se regirá estrictamente por lo establecido en el Decreto Supremo N.º 12/2020, garantizando la emisión de los certificados de trazabilidad necesarios para acreditar el cumplimiento de las metas ante la autoridad ambiental.

5.3.5 Educación y capacitación

Reconociendo que las barreras culturales y la falta de formación técnica son limitantes críticas para el éxito del plan, se incorpora un programa de educación ambiental transversal y vinculación. Este programa no solo busca instruir, sino hacer un cambio de conducta sostenible transversal, abarcando tanto a la fuerza laboral de las 15 empresas como a la comunidad de Mejillones.

El programa se estructura en cuatro niveles de intervención:

- I. **Inducción General (E-Learning):** Módulo obligatorio para todo trabajador (propio o contratista) que ingrese a las faenas industriales. El contenido aborda el código de colores NCh 3322, tipología de residuos y el impacto ambiental de la segregación incorrecta. Como medida de integración territorial, este curso se dispondrá en versión abierta en la web de la AIM para la sociedad civil, permitiendo que cualquier habitante de la comuna conozca los estándares de gestión de su entorno industrial.
- II. **Capacitación Técnica Específica:** Talleres presenciales teórico-prácticos dirigidos exclusivamente a los operadores de patio y personal de aseo. Se profundizará en técnicas de pretratamiento (lavado, compactación y segregación fina), identificación de tipos de plástico y manejo seguro de cargas. Este nivel incluye una evaluación de competencias, requisito indispensable para operar los equipos del Centro de Acopio y Transferencia (CAT), asegurando la calidad técnica del material recuperado. Son llevados a cabo por personal capacitado por parte de los gestores o el ministerio del medio ambiente.
- III. **Campaña de Refuerzo Visual:** Despliegue semestral de señalética y "puntos de información" en zonas comunes y de descanso, mostrando indicadores de logro (ejemplo: "Este mes salvamos X árboles gracias a tu reciclaje") para mantener la motivación y el sentido de pertenencia con el proyecto.
- IV. **Extensión comunitaria “Mejillones circular”:** Para legitimar socialmente el proyecto y educar a las futuras generaciones, se establece un calendario de visitas guiadas al CAT para colegios y juntas de vecinos. Estas instancias buscan abrir los espacios de gestión de residuos, demostrando a la ciudadanía que el reciclaje industrial es una realidad efectiva y fomentando la adopción de prácticas similares en los hogares bajo el concepto de responsabilidad compartida.

5.3.6 Trazabilidad

Para dar cumplimiento estricto a las exigencias de información del decreto N.º 12/2020 y garantizar la transparencia del sistema de gestión colectivo, la operación se sustentará en la plataforma digital de la AIM.

Este sistema no solo funcionará como un repositorio de datos, sino como una herramienta de control operacional alineada con el ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) de la norma ISO 14001, asegurando la integridad de la cadena de custodia desde la generación hasta la valorización final.

El flujo de información trazable se estructura en tres hitos de control críticos:

- **Registro en origen - generación:** El encargado del sector de acopio temporal (SAT) de cada empresa registrará digitalmente, mediante una aplicación móvil o interfaz web, el peso y tipo de residuo entregado al camión recolector. Este paso genera el primer registro de carga, asignando responsabilidad al generador inicial.
- **Registro AIM – transferencia y control de calidad:** Al ingresar al centro de acopio y transferencia (CAT), la carga será sometida a doble pesaje, tanto de entrada como salida, permitiendo identificar mermas del proceso o descartes por contaminación.
- **Consolidación – destino final:** Carga digital de los certificado de recepción y valorización emitidos por el destinatario final (gestor autorizado). Estos documentos son la prueba legal de que el residuo fue efectivamente reciclado y no eliminado.

Este sistema permitirá generar automáticamente la Declaración Anual en SINADER para cada socio, asegurando que la información reportada a la autoridad sea fidedigna, auditable y consistente con los volúmenes reales gestionados.

Más allá del cumplimiento normativo, la plataforma utilizará la data recolectada para retroalimentar el sistema de capacitación, vinculando la calidad del residuo con el desempeño humano. Se implementará un indicador de eficacia de la capacitación, el cual correlacionará los rechazos operativos con los equipos de trabajo responsables.

Si el sistema detecta un aumento en la tasa de rechazos por "residuos sucios" o mal segregados en una empresa específica, se levantará automáticamente una alerta de gestión. Esta alerta activará un protocolo de reinducción focalizada para ese equipo de trabajo, cerrando así el ciclo de mejora continua. De esta forma, la trazabilidad deja de ser un dato estático y se convierte en un detonador de acciones correctivas (Actuar) que previenen futuras desviaciones.

5.4 Propuesta de implementación

Habiendo definido los componentes técnicos y operativos del plan de gestión, desde la segregación en origen hasta la valorización final, resulta indispensable establecer la hoja de ruta que permitirá materializar este diseño teórico en una operación real y sostenible. La transición desde el escenario actual de diagnóstico hacia un modelo de economía circular plenamente funcional no es inmediata; requiere de una estructura administrativa sólida que orqueste los esfuerzos colectivos y de una planificación estratégica que considere las asimetrías existentes entre las empresas socias. Por consiguiente, a continuación se detalla las diferentes herramientas para una implementación adecuada del plan.

5.4.1 Estrategia de implementación escalonada

Se considera una implementación progresiva que asegure la estabilidad operativa y financiera del sistema. En lugar de una incorporación simultánea de las 15 empresas seleccionadas, se establece un cronograma de adhesión escalonada en ciclos cada dos años. Este enfoque permite monitorear el desempeño del modelo piloto, ajustar la logística de recolección y consolidar los hábitos de segregación antes de ampliar la cobertura.

El criterio de priorización para definir el orden de ingreso al sistema se fundamenta en los resultados del diagnóstico de la Figura 11, se comenzará con aquellas organizaciones que presentan los mayores volúmenes de generación reportados. Esta decisión estratégica busca capturar la mayor cantidad de residuos en la primera etapa, generando un impacto inmediato en las tasas de valorización comunales y rentabilizando la logística de transporte desde el inicio. El plan de trabajo se proyecta en un horizonte de 10 años, divididos en 5 fases operativas.

A continuación, se detallan las fases, las empresas asignadas según su cantidad de residuos y las acciones estratégicas para cada fase del horizonte 2026-2035:

- **FASE 1 - Puesta en marcha y captura de volumen crítico (2026 – 2027):**

Considera las empresas Corpesca, Enaex y Puerto de Mejillones, esto debido a que son las mayores generadoras de residuos la AIM, por lo tanto, se inicia operaciones con ellas para asegurar un volumen de base que rentabilice la logística inicial. Dentro de los hitos de implementación se encuentran:

- Habilitación física del centro de acopio y transferencia (CAT) de AIM.
- Adquisición del primer camión recolector y contratación del personal clave como chofer y operador de patio.
- Marcha blanca de plataforma digital de trazabilidad.

La meta en esta fase es gestionar el 40% de los residuos generados por las empresas y estandarizar los protocolos de segregación.

- **FASE 2 - Expansión y densificación logística (2028 – 2029):**

Para esta fase, se agrega al plan de gestión las empresas Enel, Puerto Angamos y GNL Mejillones, son generadores medio-alto, lo cual, consolida la ruta logística optimizando la carga del camión y se provee evaluar la frecuencia de retiro. Dentro de los hitos de implementación se encuentran:

- Ampliar la capacidad del CAT.

- Incorporación de maquinaria de compactación y enfardadora, para optimizar el transporte,
- Primera auditoría externa del sistema de gestión para evaluar cumplimiento normativo.

La meta para esta fase consiste en gestionar el 60 % de los residuos de las empresas, además de lograr un 30% de reducción del volumen transportado en plástico y cartón, por último, generar un 40% de valorización efectiva.

- **FASE 3 - Consolidación territorial (2030 – 2031):**

En esta fase intermedia, las empresas que se incorporan al plan son generadoras medianas y son ENGIE, Molyb y AES Gener, esto densifica la ruta de recolección y reduce los tiempos de traslado. Los hitos para esta etapa son:

- Evaluación para la adquisición de un segundo vehículo recolector si la demanda lo exige.
- Implementación de programas avanzados de Economía Circular (ej. retorno de envases a proveedores).
- Certificación ISO 14001 del Sistema de Gestión de la AIM.

Como objetivo se espera reducir en un 20% las emisiones de carbono asociadas al transporte de residuos y lograr una valorización del 80% de los metales generados por las empresas.

- **FASE 4 - Cobertura total (2032 – 2033):**

En este punto se agregan empresas con volúmenes menores de generación de residuos, como Noracid, FCAB y Oxiquim, se busca consolidar datos para reportes de sostenibilidad a nivel comunal y se evalúan nuevas tecnologías de valorización para cumplir con el compromiso de cero residuos a eliminación y lograr una tasa de desviación de relleno sanitario superior al **90%** para todos los residuos no peligrosos gestionables por el sistema, cumpliendo con el estándar internacional.

- **FASE 5 - Cierre primer ciclo (2034 – 2035):**

Para cerrar esta etapa del sistema de gestión se agrega al sistema las últimas empresas, que no tienen residuos reportados, por lo tanto, es hacer una mayor gestión que en apoyo con las empresas que son parte del plan, es necesario para tener una cobertura del 100% de las empresas socias siendo parte del plan de gestión de residuos no peligrosos. Estas empresas que se incorporan son, Gasmar, Copec e Interacid. El objetivo en este punto es publicar el primer Reporte de Sostenibilidad Circular Comunal, consolidando la data de 10 años de gestión y evidenciando el cumplimiento total de las metas del D.S. 12/2020 a nivel de asociación gremial.

Para visualizar la expansión del sistema, la siguiente figura proyecta la incorporación geográfica de las empresas en el territorio. Se observa cómo la Fase 1 (Naranja) establece los nodos principales de carga, mientras que las fases subsiguientes completan la malla logística, optimizando las distancias de recolección.

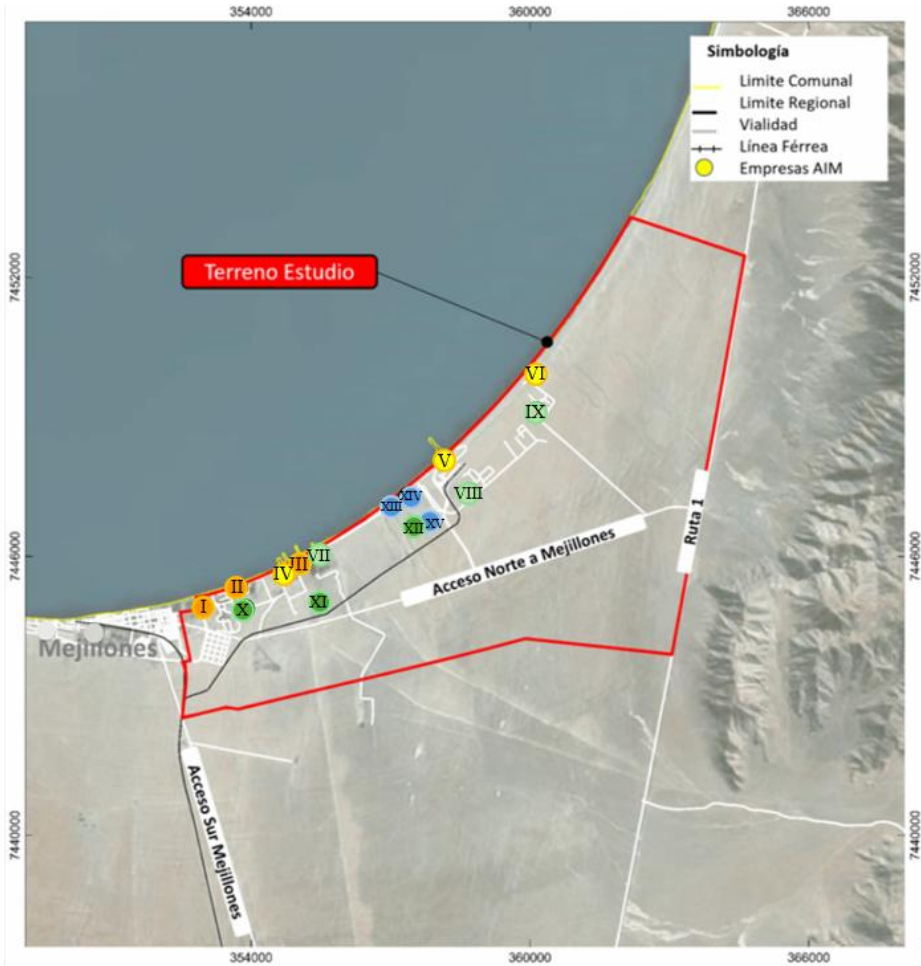


Figura 21: Proyección espacial de la implementación escalonada del plan de gestión en la zona industrial de Mejillones. Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 5 : Proyección de la implementación escalonada del mapa mostrado. Fuente: Elaboración propia (2025)

Fase	Empresa
1 - Naranja	I – Enaex
	II – Corpesca
	III – Puerto Mejillones
2 - Amarillo	IV – Enel
	V – Puerto Angamos
	VI – GNL Mejillones

3 – Verde claro	VII - ENGIE
	VIII – Molyb
	IX – AES Gener
4 - Verde	X – Oxiquim
	XI – FCAB
	XII Noracid
5 - Azul	XIII – Gasmar
	XIV – Interacid
	XV – Copec

Al finalizar el año 2035, las 15 empresas de la zona de estudio se encontrarán operando bajo el mismo estándar de gestión, consolidando a la asociación industrial de Mejillones como un referente de cumplimiento colaborativo de la Ley REP.

5.4.2 Plan de acción interno

Para asegurar la sostenibilidad del plan de gestión en el tiempo y evitar que dependa de voluntades individuales, se propone formalizar una estructura de gobernanza dentro de la asociación industrial de Mejillones(AIM). Esta estructura será la responsable de articular la operación logística, financiera y técnica del sistema colectivo.

Se propone la conformación de un comité permanente, dependiente del directorio de la AIM, encargado de supervisar la ejecución del plan. Este organismo tendrá las siguientes funciones estratégicas:

- **Supervisión del Contrato:** Actuar como contraparte técnica frente al gestor de residuos adjudicado, validando los estados de pago y el cumplimiento de los niveles de servicio.
- **Control de Indicadores:** Revisar trimestralmente los KPI de gestión (tasa de valorización, huella de carbono evitada) definidos en el sistema de monitoreo.
- **Resolución de Conflictos:** Arbitrar en caso de desviaciones operativas o incumplimientos por parte de las empresas socias (ej. entrega de residuos contaminados).

Si bien la gobernanza reside en la AIM, el éxito operativo del sistema depende de la correcta ejecución de los protocolos al interior de cada una de las 15 instalaciones. Por consiguiente, se establece que cada empresa socia deberá implementar un plan de acción interno mínimo que garantice la interoperabilidad con el sistema colectivo.

Este plan considera tres acciones:

- **Designación del Líder de Residuos (Contraparte Técnica):** Cada empresa deberá nombrar formalmente a un encargado interno (puede ser el Jefe de HSE, Prevencionista o Jefe de Patio). Este profesional actuará como el enlace único con el Comité de la AIM y será responsable de validar los manifiestos de carga y reportar las cifras mensuales en la plataforma web.
- **Adecuación de Infraestructura:** Antes del inicio de la operación (Fase 1), cada organización deberá realizar el levantamiento y redistribución de sus puntos verdes internos, asegurando que la dotación de contenedores cumpla con el código de colores NCh 3322 y que estos estén ubicados estratégicamente en las fuentes de generación para facilitar la labor de los operarios.
- **Procedimiento de Segregación Interna:** Se deberá integrar el nuevo estándar de separación en los reglamentos internos de orden, higiene y seguridad o procedimientos de trabajo seguro de la empresa, transformando la segregación en una obligación contractual auditada por la supervisión de línea.

Por último, el plan contempla fortalecer la vinculación con actores clave del territorio para facilitar la operatividad:

- **Municipalidad de Mejillones:** Coordinación para el uso del Relleno Sanitario en caso de contingencias y colaboración en campañas de educación ambiental comunitaria.
- **Proveedores Locales:** Fomento a la incorporación de proveedores locales de servicios de aseo y transporte menores, impulsando la economía local de la comuna bajo los estándares de seguridad de la AIM.

5.4.3 Protocolo de almacenamiento temporal

El Sector de Acopio Temporal (SAT) de cada empresa deja de ser considerado un simple lugar de "guardado" para transformarse en el nodo logístico de conexión con el sistema externo.

Para optimizar la logística de retiro y reducir los costos asociados al transporte (tarifas variables), el SAT deberá operar bajo los siguientes criterios de eficiencia:

- **Punto de Acopio como Nexó Operativo:** El SAT debe funcionar como una "aduana interna". Ningún residuo debe salir de la planta si no ha pasado por este punto de control y consolidación.

Esto centraliza la gestión, facilita el pesaje y asegura que el camión recolector tenga un único punto de parada, reduciendo los tiempos muertos de carga y descarga.

- **Optimización Logística (Densificación):** El protocolo de almacenamiento exige priorizar la reducción de volumen *in situ*. El personal encargado deberá asegurar que cajas de cartón estén desarmadas y los envases plásticos aplastados en maxi sacos antes de la llegada del camión.

Esta práctica maximiza la capacidad de carga útil del vehículo recolector, disminuyendo la frecuencia de viajes necesarios y, por ende, reduciendo la huella de carbono y la tarifa por transporte de "aire".

- **Estandarización para el Retiro:** Los residuos deben estar dispuestos en unidades de carga estándar (maxi sacos, jaulas o fardos) compatibles con el sistema de izaje del camión de la AIM, eliminando la manipulación manual de granel que ralentiza la operación y aumenta el riesgo de accidentes

5.4.4 Programa de capacitación y sensibilización ambiental

La implementación del componente educativo descrito en el diseño del plan se ejecutará mediante una estrategia de despliegue progresivo, coordinada con las fases de entrada de las empresas al sistema. El objetivo es asegurar que, al momento de iniciar la recolección, el personal ya posea las competencias instaladas.

Previo a la operación, se realizarán sesiones ejecutivas con las gerencias y líderes de las empresas participantes para alinear expectativas y comprometer los recursos necesarios para la adecuación interna. Los talleres técnicos para operadores de patio y personal de aseo se impartirán durante el mes inmediatamente anterior a la puesta en marcha de cada fase. Esto garantiza que los conocimientos frescos sobre segregación y pretratamiento se apliquen de inmediato, evitando la curva de olvido.

Una vez operativo el sistema, la campaña visual y los indicadores de logro se renovarán semestralmente. Este ciclo de comunicación constante busca combatir la "fatiga del sistema" y mantener altos los estándares de calidad del material segregado a lo largo del tiempo.

5.5 Evaluación y monitoreo del plan de gestión

Para garantizar la sostenibilidad operativa del plan y asegurar la mejora continua, es indispensable implementar un sistema de control basado en datos objetivos. Esta estrategia de evaluación se articula mediante dos pilares fundamentales: la definición de indicadores clave de desempeño (KPI) para medir la eficiencia del sistema y la habilitación de una plataforma web centralizada que digitaliza la trazabilidad y facilita la toma de decisiones.

5.5.1 Propuesta de KPI

Basado en los lineamientos de la norma ISO 14001 sobre evaluación del desempeño y las directrices de la Estrategia Global de Residuos (GWMO), se han definido indicadores de primer nivel para monitorear la salud del sistema de gestión colectivo. Estos indicadores se medirán mensualmente y se consolidarán en el reporte anual de la AIM.

Tabla 6: Indicadores de gestión AIM. Fuente: Elaboración propia (2025)

Indicador	Calculo	Objetivo
Tasa de rechazo en CAT	$= \frac{\text{Residuo rechazado (Ton)}}{\text{Ton ingresado CAT (Ton)}} * 100$	< 5 % para tener calidad de segregación en el origen
Valorización global	$= \frac{\text{Residuo valorizado (Ton)}}{\text{Residuos generado (Ton)}} * 100$	> 40 % para cumplir con el decreto supremo 12/2020
Eficiencia de transporte	$= \frac{\text{Residuo transportado (Ton)}}{\text{Nº de viajes realizado}}$	Maximizar índice a lo largo de los años.
Impacto ambiental	Reducción de GEI (tCO ₂ eq evitadas)	Incremento anual sostenido
Capacitación	$= \frac{\text{Trabajadores capacitados}}{\text{Dotación total objetivo}} * 100$	Evaluar componente social del plan y tener registro

5.5.2 Diseño web

Como parte de la estrategia de gestión colectiva propuesta para la asociación industrial de Mejillones(AIM), se desarrollará una interfaz digital accesible desde el sitio web oficial de la asociación (<https://aimejillones.cl>), específicamente en el apartado “Acceso Socio”. Esta plataforma permitirá a cada empresa asociada reportar mensualmente sus datos de generación de residuos, de manera estandarizada y centralizada, contrastando con la información que recibe la asociación en el centro de acopio y transferencia. La interfaz estará compuesta por campos de selección prediseñados que facilitarán el ingreso de información relevante, incluyendo:

- Tipo de residuo (por ejemplo: plástico, metales, papel-cartón)
- Material específico (como PVC, acero manganeso, cajas de cartón, entre otros)
- Tratamiento aplicado (reciclaje, disposición final, valorización)
- Cantidad generada, expresada en kilogramos

Esta estructura busca simplificar el proceso de reporte, reducir errores de ingreso y asegurar la trazabilidad de los datos. Una vez completado el formulario, los datos serán enviados directamente a la base interna de AIM. Desde allí, la asociación podrá generar automáticamente un documento Excel consolidado, que recopile la información mensual de todas las empresas participantes, permitiendo así un monitoreo eficiente de los residuos generados y tratados en el parque industrial. A continuación se presenta una vista preliminar de la interfaz de reporte diseñada para este propósito:

REPORTE DATOS ASOCIADO

REPORTE COPEC

SELECCIONAR AÑO: 2026, 2027, 2028

SELECCIONAR MES: ENERO

Tipo	Material	Cantidad	Tratamiento
Plástico	PVC	238 kg	Reciclaje
Metales	Acero Manganeseo	105629 kg	Reciclaje
Metales	Correas de Acero	85629 kg	Reciclaje
Papel y Cartón	Cajas de Cartón	11 kg	Reciclaje

[+ Agregar nuevo residuo](#)

Enviar Reporte

Figura 22: Interfaz de reporte mensual de residuos en plataforma AIM. Fuente: Elaboración propia (2025).

Complementando la interfaz de reportabilidad interna para empresas socias, se desarrollará un apartado público de transparencia dentro del sitio web oficial de la asociación industrial de Mejillones(<https://aimejillones.cl>).

Este espacio tiene como objetivo fortalecer el compromiso institucional con la economía circular, la trazabilidad ambiental y la rendición de cuentas, alineándose con los principios establecidos en la Ley REP, la Hoja de Ruta de Economía Circular y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

El módulo de transparencia estará compuesto por distintas pantallas funcionales, cada una orientada a facilitar el acceso público a la información ambiental generada por las empresas socias. Estas secciones son:

- **Transparencia AIM:** Pantalla introductoria que presenta el compromiso de la asociación con la gestión sustentable de residuos, la economía circular y la mejora continua. Incluye una síntesis de los lineamientos ambientales adoptados por la AIM y permite la descarga del informe anual consolidado de residuos generados y tratados.

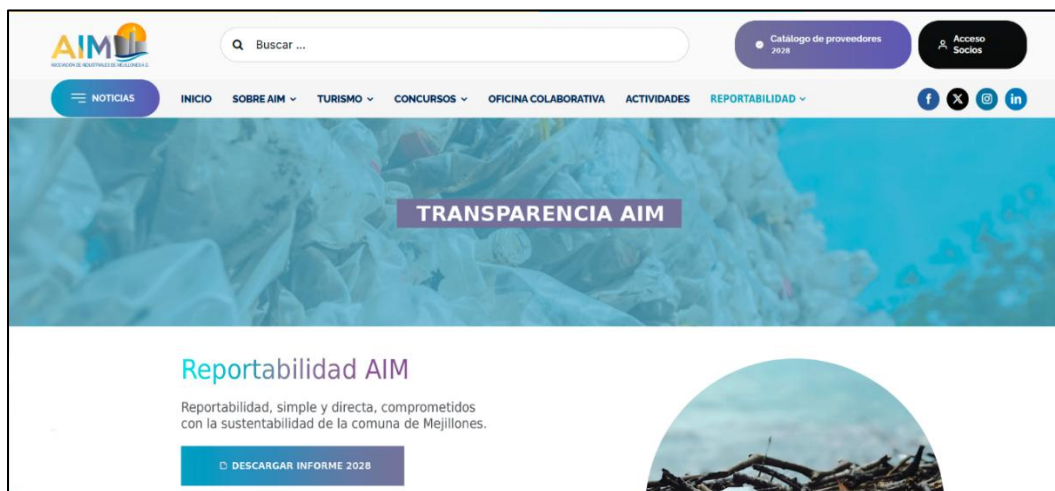


Figura 23: Transparencia AIM. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Visualización de Datos:** Sección interactiva que permite explorar gráficos y tablas resumen de los datos reportados por las empresas a lo largo de los distintos años. Los usuarios podrán filtrar por tipo de residuo, empresa, tratamiento aplicado y periodo, facilitando el análisis comparativo y la comprensión de tendencias.



Figura 24: Visualización de datos interactivo. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Descargas:** Apartado que habilita la descarga directa de los documentos Excel históricos generados por el sistema de reportabilidad. Estos archivos contienen el detalle mensual de residuos por empresa, tipo de material y tratamiento, permitiendo su uso para auditorías, estudios técnicos o postulaciones a certificaciones ambientales.



Figura 25: Acceso a documentos históricos de reportabilidad y descarga. Fuente: Elaboración propia (2025).

- **Empresas Receptoras:** Sección que presenta el listado actualizado de empresas receptoras de residuos valorizables, incluyendo información sobre tipo de material recibido, ubicación, contacto y certificaciones ambientales. Esta información será especialmente útil para procesos de licitación o selección de gestores autorizados.



Figura 26: Empresas receptoras asociadas a AIM. Fuente: Elaboración propia (2025).

6. Conclusiones

Considerando el rol estratégico de la minería chilena en la transición energética global y la necesidad crítica de fortalecer su licencia social para operar, la gestión eficiente de los residuos derivados de su cadena de valor se ha vuelto indispensable.

En este contexto, donde la Asociación Industrial de Mejillones (AIM) actúa como un punto clave en el soporte logístico y energético de la minería en Antofagasta, el desarrollo de la presente memoria ha permitido diseñar un plan de gestión de residuos no peligrosos para la asociación. Esta propuesta responde exitosamente al objetivo general de alinear la actividad del parque industrial con la normativa ambiental vigente, específicamente la Ley N.º 20.920 (Ley REP), y los estándares internacionales de sostenibilidad. En función de los objetivos específicos planteados, se concluye lo siguiente:

En primer lugar, respecto al diagnóstico de la generación y manejo actual de los residuos, se logró identificar con precisión la caracterización de residuos de las empresas socias. El levantamiento de esta información evidenció una generación de 1792 toneladas anuales de residuos, marcada diversidad, donde empresas como Corpesca y Enaex concentran los mayores volúmenes, mientras que existe una minoría de generadores con gestión insuficiente.

Se constató una brecha crítica en la valorización de papel, cartón y plásticos, materiales que, pese a ser altamente reciclables, actualmente se pierden en mezclas de residuos industriales enviadas a disposición final. Este hallazgo validó la necesidad imperiosa de segregar en origen para recuperar valor económico y ambiental.

En segundo lugar, en cuanto al diseño del plan de gestión, se desarrolló una propuesta técnica robusta basada en la colaboración entre la asociación y las empresas socias. La implementación de un modelo logístico compartido y la creación de un centro de acopio y transferencia (CAT) permiten superar la barrera de los costos logísticos individuales, haciendo viable el reciclaje para las empresas más pequeñas de la asociación. La integración de la norma NCh 3322 para la segregación y el diseño de una plataforma web de trazabilidad aseguran que el sistema no solo sea operativo, sino también auditable y transparente, cumpliendo con las exigencias de reporte del decreto supremo N.º 12/2020.

Finalmente, respecto a las estrategias de implementación, se determinó que la viabilidad del proyecto depende de su gradualidad. La propuesta de implementación escalonada en cinco fases (2026-2035), priorizando inicialmente a los grandes generadores para asegurar volumen crítico, mitiga los riesgos financieros y operativos. Asimismo, la definición de una estructura de gobernanza interna y un modelo tarifario mixto incentiva la reducción de residuos y la participación de los socios.

En síntesis, este trabajo demuestra que la gestión colectiva de residuos en la asociación industrial de Mejillones no solo es técnicamente factible, sino que representa una oportunidad estratégica para transitar desde un modelo lineal de eliminación hacia una economía circular territorial. La ejecución de este plan permitirá a la AIM reducir su huella de carbono, cumplir anticipadamente con las metas nacionales de valorización y posicionarse como un referente de sostenibilidad industrial en la región de Antofagasta.

7. Desafíos

El plan de gestión no está exento de dificultades. Si bien la propuesta técnica y metodológica ofrece una solución robusta para el cumplimiento de la Ley REP, su ejecución en el horizonte 2026-2035 deberá enfrentar dinámicas complejas asociadas al mercado, la cultura organizacional y la evolución regulatoria. Para ello, se analizan los principales desafíos proyectados y las líneas de estudio complementarias necesarias para mitigarlos.

Uno de los desafíos más inmediatos para la sostenibilidad del sistema es la volatilidad financiera inherente al mercado del reciclaje. Como se identificó en las barreras económicas, la rentabilidad de la valorización depende de los precios internacionales de las materias primas secundarias. Una caída abrupta en el precio del cobre o del cartón podría transformar un residuo "con retorno" en uno "con costo", desestabilizando el presupuesto de la AIM.

Entonces, se debe gestionar una matriz de riesgos operacionales y financieros, que evalúe anualmente los escenarios críticos que puede enfrentar la asociación, como quiebra, variaciones de precios, protestas, paralizaciones, etc.

Como se sabe también, el marco legal chileno se encuentra en plena evolución. La ley REP se implementa de manera gradual y el decreto supremo N.º 12/2020 establece metas progresivas que aumentan año a año. El desafío para la AIM radica en mantener un sistema flexible capaz de adaptarse a nuevas exigencias sin quedar obsoleto.

Existe la posibilidad de que la autoridad ambiental decrete nuevos productos prioritarios en el futuro (ej. textiles o residuos de construcción) o modifique los reglamentos de almacenamiento. El sistema de gestión deberá tener la capacidad técnica y administrativa para integrar estos nuevos flujos sin reestructurar toda su operación logística.

El éxito del modelo colaborativo se sustenta en las economías de escala: a mayor volumen gestionado, menor costo unitario. Un desafío crítico es el escenario donde una o más empresas socias decidan no incorporarse al sistema, ya sea por resistencia al cambio cultural o por optar por soluciones individuales de bajo costo (pero baja trazabilidad). La falta de adhesión de un generador grande (como Corpesca o Enaex) podría poner en riesgo la viabilidad financiera del camión recolector compartido. Para mitigar esto, la estructura de gobernanza propuesta deberá establecer incentivos claros y barreras de salida, demostrando con datos que la gestión colectiva es más eficiente y segura legalmente que la gestión individual.

Finalmente, el sistema de la AIM deberá convivir y competir en un ecosistema donde existen otros actores. Las barreras institucionales y la baja fiscalización actual permiten la existencia de un mercado informal de residuos (chatarreros no autorizados) que operan con pago inmediato en efectivo, pero sin entregar certificados de disposición final válidos ante la SMA.

El desafío será asegurar que las empresas socias no se vean tentadas a desviar sus residuos valorizables (especialmente metales) hacia estos canales informales en busca de un retorno económico rápido, sacrificando la trazabilidad y el cumplimiento normativo que exige la Ley REP. La educación y la auditoría interna serán las herramientas claves para blindar el sistema contra estas fugas de material.

8. Bibliografía

1. What a Waste [Internet]. [citado 10 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>
2. Environment UN. Perspectivas de la gestión mundial de residuos | PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [Internet]. 2015 [citado 13 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/report/global-waste-management-outlook>
3. Miluska.Jara. Objetivos y metas de desarrollo sostenible [Internet]. Desarrollo Sostenible. [citado 9 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
4. Introducción a la economía circular [Internet]. [citado 15 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
5. Chile_Líder_en_MINERIA-VERDE_final.pdf [Internet]. [citado 10 de diciembre de 2025]. Disponible en: https://participa.minmineria.gob.cl/uploads/b14cf0ec-39fd-4640-911f-fc1969e0f860/files/file/content/b121ddcf-9639-4ef2-a20f-0f4bf3ef2f26/Chile_L%C3%ADder_en_MINERIA-VERDE_final.pdf?Expires=1765343586&Signature=PfdZFYt3svQgJh0RYWsY2jNEPg2x1re4H9d0oDwTTm60iwZZHyNhBV08jfxkMOYFSht4ZN4EiL28VzuEvBsxxvAAaVZZ59-mkxaFPpDZ2zKlrsklddgkfrpV1cCHO31fjY3NFZ42DFhlmCMbkDDdxHHmsQnCUUoORpHKaKbDFfQSW0csGtLxDLZ5H8r7qBVGQd4AO2tG6Y3acNYePSUEWTQCVEqbhDrRFWMAzJ44JN5GUZurO~N4GZiuawqDdAMLZoaMcimTWWhVmozQ~7epFUdN6fpRltANWcKId04Rqj4RDIBt93jxHIWCBMy6BERuTNzOR1cFD9HWZC--5Xk8YC9w__&Key-Pair-Id=KB9B1AMQ1BB3J
6. Rodríguez JC, Ortiz C, Broitman C, Rodríguez JC, Ortiz C, Broitman C. Chile, país minero. Licencia social y lugares de enunciación en los conflictos socioambientales en Chile. Izquierdas. 2021;50:0–0.
7. Ministerio del Medio Ambiente. Estrategia Climática de Largo Plazo 2050 – Cambio Climático [Internet]. 2021 [citado 17 de abril de 2025]. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento/>
8. Estudio-Cadenas-Valor-Mineria-V1.pdf [Internet]. [citado 10 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2025/11/Estudio-Cadenas-Valor-Mineria-V1.pdf>
9. AIM. Asociación Industrial de Mejillones. 2025 [citado 17 de abril de 2025]. Asociación industrial de Mejillones - AIM. Disponible en: <https://aimejillones.cl/sobre-aim/>

10. Global Waste Index [Internet]. Sensoneo. 2022 [citado 17 de abril de 2025]. Disponible en: <https://sensoneo.com/es/global-waste-index/>
11. ISO [Internet]. [citado 15 de octubre de 2025]. ISO 14001:2015. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/60857.html>
12. Solid Waste Management | UN-Habitat [Internet]. [citado 15 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://unhabitat.org/topic/solid-waste-management>
13. ASALE R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. 2024 [citado 22 de mayo de 2025]. Residuo | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/residuo>
14. Ministerio del medio ambiente. www.bcn.cl/leychile. 2016 [citado 22 de mayo de 2025]. Ley 20.920. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile>
15. [obtienearchivo.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33229/1/BCN_Gestion_de_residuos_domiciliarios_Chile_2022_FINAL.pdf) [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33229/1/BCN_Gestion_de_residuos_domiciliarios_Chile_2022_FINAL.pdf
16. [10-residuos.pdf](https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/10-residuos.pdf) [Internet]. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/10-residuos.pdf>
17. Residuos Peligrosos (RESPEL) [Internet]. Plataforma Ambiental Respel. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/economia-circular-para-residuos/>
18. Residuos No Peligrosos en Chile [Internet]. Plataforma Ambiental Respel. [citado 22 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/residuos-no-peligrosos/>
19. Envases y Embalajes [Internet]. Economía Circular. [citado 13 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://economiacircular.mma.gob.cl/envases-y-embalajes/>
20. marketing1. Los 4 tipos de plásticos más comunes | IBP Uniuso [Internet]. Uniuso. 2023 [citado 13 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.uniuso.com/blog/los-4-tipos-de-plasticos-mas-comunes/>
21. INAPI. INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA - RECICLAJE DE ACERO Y ALUMINIO. 2024.
22. Historia – Pacto Global ONU | Empresas | Desarrollo Sostenible [Internet]. [citado 11 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.pactoglobal.cl/nosotros/historia/>
23. Moran M. Consumo y producción sostenibles [Internet]. Desarrollo Sostenible. [citado 9 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

24. Moran M. Ciudades [Internet]. Desarrollo Sostenible. [citado 9 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
25. Moran M. Cambio climático [Internet]. Desarrollo Sostenible. [citado 9 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
26. Nations U. United Nations. United Nations; [citado 13 de octubre de 2025]. El Acuerdo de París | Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
27. Environment UN. Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos 2024 | UNEP - UN Environment Programme [Internet]. 2024 [citado 13 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/perspectiva-mundial-de-la-gestion-de-residuos-2024>
28. Politica-Nacional-de-Residuos_final-V_sin-presentacion.pdf [Internet]. [citado 13 de octubre de 2025]. Disponible en: https://santiagorecicla.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/02/Politica-Nacional-de-Residuos_final-V_sin-presentacion.pdf
29. Ministerio del Medio Ambiente. Hoja de Ruta [Internet]. Economía Circular. [citado 3 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://economiacircular.mma.gob.cl/hoja-de-ruta/>
30. Ministerio secretaría general de la presidencia. www.bcn.cl/leychile. 1994 [citado 29 de mayo de 2025]. Ley 19.300. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile>
31. Ministerio del medio ambiente. www.bcn.cl/leychile. 2021 [citado 9 de junio de 2025]. Decreto Supremo 12/2020. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile>
32. SOIN - Envíos Gratis en Santiago [Internet]. [citado 20 de noviembre de 2025]. Norma de identificación visual para Contenedores. Disponible en: <https://www.soin.cl/sistema-de-identificacion-visual-para-contenedores-de-residuos>
33. Chiavenato I. INTRODUCCION A LA TEORIA GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN.
34. Cómo la economía circular ayuda a afrontar el cambio climático.pdf.
35. Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) [Internet]. pdao.mma.gob.cl. [citado 14 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://portalvu.mma.gob.cl/sinader/>
36. OECD, Economic Commission for Latin America and the Caribbean. OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2016 [Internet]. OECD; 2016 [citado 15 de octubre de 2025]. (OECD Environmental Performance Reviews). Disponible en: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-environmental-performance-reviews-chile-2016_9789264252615-en.html
37. Ley Rep [Internet]. Economía Circular. [citado 15 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://economiacircular.mma.gob.cl/ley-rep/>

38. SNIFA - Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental [Internet]. [citado 15 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://snifa.sma.gob.cl/Estadisticas/Resultado/1>
39. Resultados Dashboard [Internet]. Censo 2024. [citado 15 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://censo2024.ine.gob.cl/resultados-dashboard/>
40. Diagnóstico y monitoreo ambiental de la bahía Mejillones del Sur-Informe final.
41. SNIFA - Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental [Internet]. [citado 15 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1056100>
42. Generación industrial de residuos no peligrosos - RETC [Internet]. [citado 14 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/residuos>
43. Reciclaje de metales en Iquique - Recmetal [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <http://www.recmetal.cl/>
44. QUIENES SOMOS [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://exportmetals.cl/index.php/quienessomos>
45. Chile Pymes [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. CONSTRUCTORA LUIS ALFONSO ORTIZ PACHECO E.I.R.L. Disponible en: <https://chilepymes.com/info/constructora-luis-alfonso-ortiz-pacheco-e-i-r-l-614FBEED11CA6172>
46. Grekad Met LTDA – Servicios integrales para la minería y la industria [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://grekadmet.cl/>
47. RECIPET T. TYPACK RECIPET. [citado 16 de octubre de 2025]. TYPACK RECIPET. Disponible en: <https://www.typack.cl/>
48. (11) Gaia WM | LinkedIn [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/in/gaia-wm-123460267/?originalSubdomain=cl>
49. INICIO 2024 - Comberplast [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.comberplast.cl/>
50. Sorepa. Sorepa [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://sorepa.cmpcbiopackaging.cl/>
51. – Comexin SpA. Gestiona excedentes de diferentes industrias, contando con una línea de producción de pellets de PP y PE, todo lo anterior con la finalidad de fomentar la economía circular. [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.comexin.cl/>
52. Chile SG. Séché Group Chile. [citado 16 de octubre de 2025]. Gestión de residuos industriales | Séché Group Chile |. Disponible en: <https://www.sechegroup.cl/>

53. Hidronor [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Hidronor / Gestión y Tratamiento de Residuos. Disponible en: <https://www.hidronor.cl/>
54. Santa Marta [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. NOSOTROS. Disponible en: <https://www.csmarta.cl/nosotros>
55. DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE, ASEO Y ORNATO [Internet]. Mejillones. [citado 20 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.mejillones.cl/medioambiente/>

9. Anexos

Tabla 7: Generación de residuos por empresas AIM año 2023. Fuente: Elaboración propia (2025).

Empresa	Residuos industriales	Plásticos	Papel y cartón	Metales	Total
Copec					0.0
Interacid					0.0
Gasmar SPA					0.0
FCAB	0.9				0.9
Terminal marítimo Oxiquim	1.8				1.8
Noracid		0.3	0.7	2.9	3.9
AES Gener/ Cochrane	36.6				36.6
Termoeléctrica ENGIE				42.1	42.1
Molyb	55.8	0.4	3.3		59.5
GNL Mejillones	47.9	0.1	0.8	77.1	125.9
Enel			0.1	177.0	177.1
Puerto Angamos	59.0			136.7	195.7
Puerto Mejillones	237.7				237.7
Enaex	111.3	132.9			244.2
Corpesca		52.4		614.8	667.2