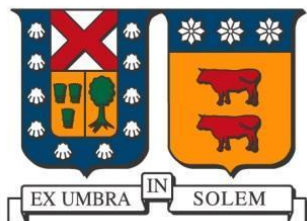


**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL
VALPARAÍSO - CHILE**



**“Análisis y propuesta de Optimización en la Gestión de
Residuos Inorgánicos en Oficinas del Edificio Corporativo
Parque Titanium de Entel, en el Contexto del Sistema de
Reciclaje Existente”**

Loren Michelle Lemus Gallardo

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL AMBIENTAL**

**Profesor Guía: Pamela Bornet Puig
Profesor Correferente: Daniel Ramírez Livingston**

Septiembre – 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: Análisis y propuesta de Optimización en la Gestión de Residuos Inorgánicos en Oficinas del Edificio Corporativo Parque Titanium de Entel, en el Contexto del Sistema de Reciclaje Existente

Nombre del candidato(a): Loren Michelle Lemus Gallardo

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Ambiental

Campus: Casa Central (Valparaíso) Departamento: Departamento de Ingeniería Química y Ambiental

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Pamela Alejandra Bonert Puig, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) 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)

X 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: 05/10/2016. Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 05/10/2026. Firma:

AGRADECIMIENTOS

A mi Mamá (Nayiber). Por ser la persona más incondicional en mi vida. Tu esfuerzo, dedicación, fortaleza y amor han sido mi mayor inspiración, y de ti aprendí el valor de la perseverancia y nunca rendirme frente a las dificultades. Gracias por ser uno de los pilares fundamentales que me permitió culminar esta tesis y mi proceso universitario. Siempre llevaré conmigo tus palabras: “El mayor regalo que te puedo dejar no son terrenos, autos ni dinero; es la educación, porque eso nadie te lo podrá quitar.” Hoy entiendo el verdadero significado de esa enseñanza y este logro también es tuyo.

A mi Papá (Emilio). Por enseñarme desde siempre que el conocimiento y la educación son las herramientas más poderosas para transformar un mundo lleno de ignorancia. Gracias por ser un referente en mi vida y por inspirarme a elegir esta carrera. También quiero agradecerte por cada una de las veces que, durante siete meses, me llevaste a las 6:00 de la mañana al terminal para viajar a Santiago. Ese gesto, que podía parecer pequeño, fue un gran apoyo en los días en que el cansancio o el desánimo hacían difícil continuar.

A David (Mamón), por estar siempre a mi lado en los buenos y en los malos momentos, por consolarme y motivarme cuando más lo he necesitado y por acompañarme en este proceso lleno de cambios y cierre de etapas. Gracias por ser mi compañero de aventuras, por ir a buscarme cada martes de regreso de Santiago durante estos meses. Tu apoyo incondicional, tu paciencia y el amor con el que has estado presente fueron un impulso fundamental para alcanzar este logro.

Mi abuela (Titica), porque el esfuerzo, la fortaleza y el sacrificio de una mujer luchadora fue el mayor ejemplo que me pudiste dejar. Espero que desde el cielo estés orgullosa de ver a tu primera nieta convertirse en una profesional.

A mi perrita (Lunita), gracias por haberme acompañado en los momentos más importantes de mi vida. Aunque hoy ya no estés físicamente conmigo, sé que desde el cielo continúas acompañándome.

A Jineth, gracias por ser un referente tanto a nivel profesional como personal. Gracias por dedicar tu tiempo a revisar y corregir esta tesis sin esperar nada a cambio.

A Charlot, mi compañera de resiliencia. Fuiste una de las personas que más me impulsó a no dejar este proyecto a la mitad. Gracias por escucharme, acompañarme y recordarme que siempre había una razón para seguir adelante. ¡Lo logramos!

A mis amigos Sansanos (Fa, Dany, Cheby y Tomás), gracias por convertirse en una parte tan importante de mi vida. Qué bonito ha sido recorrer estos seis años y medio junto a ustedes, compartiendo alegrías, desafíos y momentos que quedarán para siempre en memoria. Nos vemos en el mundo profesional, futuros colegas.

RESUMEN

La gestión eficiente de los residuos constituye un elemento fundamental para avanzar hacia modelos de economía circular y fortalecer el desempeño ambiental de las organizaciones. En este contexto, la presente memoria tuvo como objetivo diagnosticar, evaluar y diseñar una propuesta integral de optimización para el sistema de gestión de residuos reciclables del edificio corporativo Parque Titanium de Entel, con el propósito de incrementar la recuperación de residuos valorizables y fortalecer la gestión operativa del sistema.

La investigación se desarrolló mediante un estudio de caso basado en la caracterización de los residuos generados, la evaluación del sistema de gestión existente y la identificación de sus principales brechas. Para ello, se realizaron observaciones en terreno, revisión de registros históricos, reuniones con actores involucrados y un análisis FODA, complementado con la priorización de oportunidades de mejora según criterios técnicos, operacionales y económicos. La formulación de las propuestas se realizó siguiendo los lineamientos de la Guía Cero Residuos a Eliminación del Acuerdo de Producción Limpia (APL), incorporando indicadores clave de desempeño para su seguimiento.

El diagnóstico evidenció que el 89 % de los residuos generados en el edificio (52.949 kg/año) son destinados a eliminación, mientras que solo una fracción corresponde a residuos valorizados, destacando papel y cartón (4.414 kg/año), plásticos PET (1.213 kg/año), metales (754 kg/año) y vidrio (167 kg/año). Asimismo, se identificaron corrientes de residuos con potencial de valorización que no eran gestionadas por el sistema, principalmente vasos de polipropileno (PP) provenientes de dispensadores de agua y vasos de papel compostables utilizados en las máquinas de café. La evaluación permitió determinar que las principales oportunidades de mejora se concentran en la segregación en origen, la infraestructura y señalética de los puntos limpios, la recolección interna, el almacenamiento temporal y la incorporación de nuevas fracciones de reciclaje.

Como resultado, se diseñó una estrategia integral de optimización que considera el rediseño de los puntos limpios, la incorporación de una corriente específica para residuos de polipropileno (PP), alternativas para la valorización o prevención de los vasos de papel compostables, mejoras en la recolección y almacenamiento de residuos y la implementación de indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar la efectividad del sistema. Estas propuestas constituyen una alternativa técnica y operacionalmente viable para incrementar la valorización de residuos, fortalecer la gestión ambiental del edificio y proporcionar una metodología replicable para la optimización de sistemas de gestión de residuos en otros edificios corporativos con características similares.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS Y ALCANCES.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos	12
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	13
1.1. Economía Circular y Gestión Sostenible de Residuos	13
1.1.1. Ciclos técnicos y biológicos.....	15
1.2. Bases regulatorias y alcance operativo de la Ley 20.920	16
1.2.1. Otros instrumentos para la transición hacia la economía circular en Chile.....	17
1.3. Residuos inorgánicos reciclables en Chile	19
1.3.1. Sistema de numeración y abreviaturas	20
1.3.2. Plásticos	21
1.3.3. Papel y Cartón.....	22
1.3.4. Latas y Metales	23
1.3.5. Vidrio	24
1.3.6. Impactos asociados a la gestión inadecuada de residuos inorgánicos reciclables.	25
1.4. Sistema de gestión de residuos reciclables	26
1.4.1. Generación de Residuos inorgánicos	26
1.4.2. Segregación en origen	27
1.4.3. Recolección, transporte y valorización de residuos	29
1.5. Importancia del usuario en el reciclaje	29
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....	32
2.1. Fase 1: Diagnóstico	32
2.2. Fase 2: Evaluación.....	32
2.3. Fase 3: Elaboración de propuesta de optimización.....	34
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO.....	35
3.1. Descripción del edificio.....	35
3.2. Sistema actual de reciclaje en el Edificio Corporativo.....	36
3.3. Flujo General del Sistema de Reciclaje en el Edificio	39
3.4. Fuentes de generación	41
3.5. Cuantificación de residuos reciclables	43

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN	46
4.1. Análisis FODA.....	46
4.1.1. Análisis de la matriz FODA.....	47
4.1.2. Priorización de debilidades y amenazas.....	48
4.2. Evaluación de los aspectos priorizados	51
4.2.1. Evaluación de la segregación en origen	51
4.2.2. Evaluación en la infraestructura.....	51
4.2.3. Evaluación del potencial de recuperación.....	53
4.2.3.1. Potencial de valorización de los vasos de polipropileno (PP)	53
4.2.3.2. Potencial de valorización de los vasos de papel compostable.....	56
4.2.4. Evaluación de la recolección interna	57
4.2.5. Evaluación del almacenamiento temporal.....	57
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN.....	59
5.1. Optimización de la recuperación de residuos de polipropileno (PP)	60
5.1.1. Alternativas de mejora	61
5.1.2. Comparación de alternativas para la gestión de vasos PP	62
5.2. Optimización de la infraestructura y comunicación de los puntos limpios	63
5.2.1. Propuesta de rediseño.....	63
5.2.2. Evaluación de la propuesta de rediseño de los puntos limpios	65
5.3. Estrategia para reducir la generación de vasos de papel para café	66
5.3.1. Alternativa A. Piloto de tazones	67
5.3.1.1. Descripción de la propuesta	67
5.3.1.2. Diseño piloto.....	67
5.3.1.3. Diseño del tazón reutilizable	68
5.3.1.4. Activación de lanzamiento	68
5.3.1.5. Costos de implementación	73
5.3.2. Alternativa B. Gestión mediante compostaje industrial	75
5.3.2.1. Descripción de la propuesta	75
5.3.2.2. Antecedentes técnicos de compostabilidad	75
5.3.2.3. Requisitos para la recepción del material	76
5.3.2.4. Requerimientos de implementación	76

5.3.2.5.	Costo de implementación.....	77
5.3.2.6.	Comparación de alternativas para la gestión de vasos de café	77
5.4.	Optimización del proceso de recolección interna.....	78
5.4.1.	Capacitación periódica al personal encargado de la recolección	78
5.5.	Optimización de la sala de almacenamiento temporal.....	79
5.5.1.	Organización y estandarización del área de almacenamiento.....	79
5.6.	Indicadores de seguimiento	80
CONCLUSIÓN		82
BIBLIOGRAFÍA		83
ANEXOS.....		87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de transición desde la economía lineal a economía circular (Ministerio del Medio Ambiente, 2023).....	14
Figura 2. Diagrama de ciclos técnicos y biológicos del sistema de economía circular (Ellen Macarthur Foundation, 2020).	15
Figura 3. Jerarquía de la gestión de residuos (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016).	17
Figura 4. Etapas para avanzar hacia una gestión Cero Residuos a Eliminación (Acción Empresas por un Desarrollo Sostenible, 2020).	18
Figura 5. Gráfico de generación de residuos a nivel nacional entre el 2014 a 2023 (RETC-MMA, 2024).	19
Figura 6. Gráfico sobre la gestión de residuos municipales entre el 2014 y 2023 (RETC-MMA, 2024).	20
Figura 7. Triángulo de identificación de residuos utilizado en procesos de reciclaje (Guardado, 2013).	21
Figura 8. Sistema de identificación de plásticos reciclables representado mediante el triángulo de Möbius.	22
Figura 9. Sistema de identificación de materiales de papel y cartón.	23
Figura 10. Clasificación de colores de Residuos Sólidos Municipales (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016).	28
Figura 11. Esquema de gestión de residuos bajo el marco de la Ley REP (Ministerio del Medio Ambiente, 2024).	30
Figura 12. Flujo metodológico de la Fase 2: evaluación del sistema para la formulación de propuestas de optimización (Elaboración propia).	33
Figura 13. Distribución referencial de los pisos del edificio.	35
Figura 14. Punto limpio zona de estar cercana de la impresora.	37
Figura 15. Punto limpio en el punto de café.	37
Figura 16. Punto limpio en área de vendedora/lockers.	38
Figura 17. Residuos permitidos y no permitidos en cada fracción de reciclaje.	38
Figura 18. Flujo operativo del sistema de reciclaje implementado en el edificio (Elaboración propia).	39
Figura 19. Retiro de residuos reciclables durante la recolección interna.	40
Figura 20. Carro utilizado para la recolección interna de residuos reciclables.	40
Figura 21. Sala de almacenamiento temporal.	41
Figura 22. Vasos de polipropileno (PP).	41
Figura 23. Vasos de papel compostable.	42
Figura 24. Dispensadoras de agua y café ubicadas en las áreas comunes del edificio.	42

Figura 25. Envase tipo bowl de cartón kraft con tapa de PET.	43
Figura 26. Máquinas expendedoras (vending) utilizadas por los colaboradores.	43
Figura 27. Distribución porcentual de residuos por tipo de tratamiento (2025)	44
Figura 28. Generación de residuos operacionales por tipo (2025) (Elaboración propia). ...	45
Figura 29. Matriz FODA del sistema de gestión de residuos del edificio corporativo (Elaboración propia).	46
Figura 30. Disposición incorrecta de vasos de café en el contenedor de papel y cartón. ...	51
Figura 31. (a) Punto limpio sin panel informativo de clasificación de materiales. (b) Disposición incorrecta de un envase de snack.	52
Figura 32. Identificación de deficiencias en la infraestructura y comunicación visual del punto de reciclaje.	53
Figura 33. Comparación de la recuperación de plásticos antes y después de incorporar los vasos PP.	55
Figura 34. Comparación del total de materiales recuperados al incorporar la valorización de vasos pp compostables.....	55
Figura 35. Comparación del total de materiales recuperados al incorporar la valorización de vasos de café compostables.	57
Figura 36. Condiciones observadas en la sala de almacenamiento temporal de residuos reciclables.	58
Figura 37. Propuesta de rediseño de los puntos limpios del edificio corporativo.	64
Figura 38. Diseño gráfico de la mascota "Entelín" para el plan piloto de tazones reutilizables.	68
Figura 39. Actividad propuesta para el lanzamiento del plan piloto de tazones reutilizables.	70
Figura 40. Correo electrónico propuesto para la difusión de la encuesta de satisfacción del piloto de tazones reutilizables.....	72
Figura 41. Diseño gráfico aplicado a los tazones de Parther Chile reutilizables del plan piloto.	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Comparación de tasas de reciclaje y valorización (Pinto, 2025).	31
Tabla 2. Registro de puntos limpios por piso (Elaboración propia).	36
Tabla 3. Generación de residuos según tipo de tratamiento (kg/año) (Elaboración propia).	44
Tabla 4. Composición de residuos generados por tipo (kg/año y porcentaje) (Elaboración propia).	44
Tabla 5. Criterios utilizados para la priorización de debilidades y amenazas (Elaboración propia).	48
Tabla 6. Priorización de debilidades y amenazas identificadas en la matriz FODA (Elaboración propia).	50
Tabla 7. Criterios utilizados para la priorización de las propuestas de mejora (Elaboración propia).	60
Tabla 8. Evaluación comparativa de las alternativas para la gestión de vasos de polipropileno (PP) (Elaboración propia).	63
Tabla 9. Comparación entre el sistema actual y la propuesta de rediseño de los puntos limpios (Elaboración propia).	66
Tabla 10. Características generales del plan piloto de tazones reutilizables (Elaboración propia).	68
Tabla 11. Objetivos de las preguntas consideradas en la ruleta educativa (Elaboración propia).	70
Tabla 12. Preguntas consideradas en la encuesta de satisfacción del piloto de tazones reutilizables (Elaboración propia).	72
Tabla 13. Cotizaciones obtenidas para la adquisición de tazones reutilizables destinados al plan piloto (Elaboración propia).	74
Tabla 14. Evaluación comparativa de las alternativas para la gestión de los vasos de café.	77
Tabla 15. Indicadores de seguimiento para las propuestas de optimización del sistema de gestión de residuos.	81
Tabla 16. Escala de evaluación del criterio de frecuencia (Elaboración propia).	91
Tabla 17. Escala de evaluación del criterio de impacto (Elaboración propia).	91
Tabla 18. Escala de evaluación del criterio de frecuencia (Elaboración propia).	92

INTRODUCCIÓN

La creciente generación de residuos y el uso intensivo de recursos naturales constituyen uno de los principales desafíos para el desarrollo sostenible, impulsando la transición desde un modelo económico lineal, hacia un modelo de economía circular que promueve la prevención en la generación de residuos, la reutilización de recursos y la valorización de materiales. Este enfoque busca extender el ciclo de vida de los recursos, disminuir la presión sobre las materias primas y reducir los impactos ambientales asociados a la disposición final.

En Chile, este cambio ha sido promovido mediante la implementación de políticas públicas e instrumentos normativos orientados a fortalecer la gestión sostenible de los residuos, entre los que destaca la *Ley N° 20.920 sobre Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Ley REP)*. Asimismo, las organizaciones han incorporado la sostenibilidad como un eje estratégico de su gestión, impulsando iniciativas que permitan optimizar el uso de los recursos, incrementar las tasas de valorización y avanzar hacia modelos de operación más eficientes y acordes con los principios de la economía circular.

En este escenario, los edificios corporativos representan una oportunidad para implementar estrategias que favorezcan una gestión más eficiente de los residuos generados por sus actividades diarias. No obstante, alcanzar un sistema de gestión efectivo requiere no solo disponer de infraestructura para la segregación de residuos, sino también asegurar procesos adecuados de recolección, almacenamiento, comunicación y participación de los usuarios, de manera que los materiales valorizables puedan reincorporarse al ciclo productivo.

En este contexto, el edificio corporativo Parque Titanium de Entel constituye un caso de estudio relevante para evaluar el desempeño de un sistema de gestión de residuos reciclables en un entorno corporativo. Si bien dispone de infraestructura y procedimientos destinados a promover la segregación en origen y la valorización de distintas fracciones, resulta necesario analizar su funcionamiento para identificar oportunidades que permitan fortalecer la recuperación de materiales, optimizar los procesos operacionales y contribuir al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad de la organización.

La presente memoria aborda esta necesidad mediante el análisis del sistema de gestión de residuos reciclables implementado en el edificio, con el propósito de desarrollar una propuesta integral de optimización orientada a fortalecer la valorización de residuos y la eficiencia de su gestión. De esta manera, se busca aportar herramientas que favorezcan la toma de decisiones para mejorar el desempeño del sistema y que, además, puedan servir como referencia para la gestión de residuos en otros edificios corporativos con características similares.

OBJETIVOS Y ALCANCES

Objetivo General

Desarrollar una propuesta integral orientada a la optimización de la gestión de residuos inorgánicos generados en las oficinas del edificio corporativo Parque Titanium de Entel, mediante el diagnóstico y análisis del sistema de reciclaje existente, con el fin de aumentar su eficiencia operativa y su potencial de valorización.

Objetivos Específicos

1. Determinar la generación de residuos de oficina en el sistema de reciclaje, identificando los tipos de residuos inorgánicos generados, sus principales fuentes y su distribución en el edificio.
2. Analizar los datos recolectados sobre la segregación de residuos, con el propósito de identificar brechas operativas y oportunidades de mejora en el sistema de reciclaje.
3. Parametrizar los datos evaluados, con el fin de proponer una estrategia integral orientada a la optimización de la gestión de residuos inorgánicos en el edificio.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Economía Circular y Gestión Sostenible de Residuos

El impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente, se ha intensificado como consecuencia del crecimiento económico, la expansión urbana, el crecimiento demográfico y el aumento de las actividades productivas, han acrecentado la presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas (Naciones Unidas, 1997). Una de las principales consecuencias de estos factores es el incremento sostenido en la generación de residuos, entendidos como toda sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de descartar. De acuerdo con el Banco Mundial en el año 2022 se generaron aproximadamente 2.6 mil millones de toneladas de residuos sólidos municipales (RSM), cifra que podría aumentar a 3.9 mil millones de toneladas hacia el año 2050 (World Bank, 2024). Asimismo, cerca del 40,8% de los residuos son vertidos directamente al ambiente, mientras que las emisiones asociadas al sector alcanzan los 346 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_{2\text{eq}}$), principalmente en forma de metano. Estos antecedentes evidencian la necesidad de fortalecer los sistemas de gestión de residuos, como también promover estrategias orientadas a la prevención, recuperación y valorización de materiales (BID, 2023).

Esta problemática se relaciona con el modelo económico tradicional, conocido como Modelo Lineal, basado en la lógica de “extraer, producir, consumir y desechar”, donde los recursos son utilizados durante un período limitado antes de ser eliminados. Como consecuencia, una vez que los productos cumplen su función, los materiales que los conforman suelen perder su valor y ser descartados, incrementando la presión sobre los recursos naturales y los sistemas de disposición final (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

Frente a este escenario, la Economía Circular surge como una alternativa orientada a disminuir la generación de desechos y mantener su valor dentro del sistema productivo durante el mayor tiempo posible, mediante estrategias como la reutilización, el reciclaje y la reincorporación a nuevos ciclos productivos.

Tanto a nivel global como nacional, se han promovido con mayor intensidad modelos que integran medidas de sustentabilidad y Economía Circular. Presentándose como una alternativa que no solo reduce impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de los productos, sino que también contribuye al desarrollo económico y la generación de empleo.

Para lograr estos objetivos, la economía circular se basa en tres principios fundamentales (Ministerio del Medio Ambiente, 2023):

1. Eliminar los residuos y la contaminación desde el diseño, entendiendo que estos son consecuencia de sistemas productivos ineficientes y patrones de consumo.
2. Mantener productos y materiales en uso el mayor tiempo posible, conservando su valor mediante la reutilización, reparación, reciclaje y remanufactura.
3. Regenerar los sistemas naturales, devolviendo nutrientes al suelo y promoviendo prácticas que favorezcan la biodiversidad.

La Figura 1 ilustra la transición desde un modelo lineal hacia un modelo de economía circular, evidenciando las diferencias en la gestión.

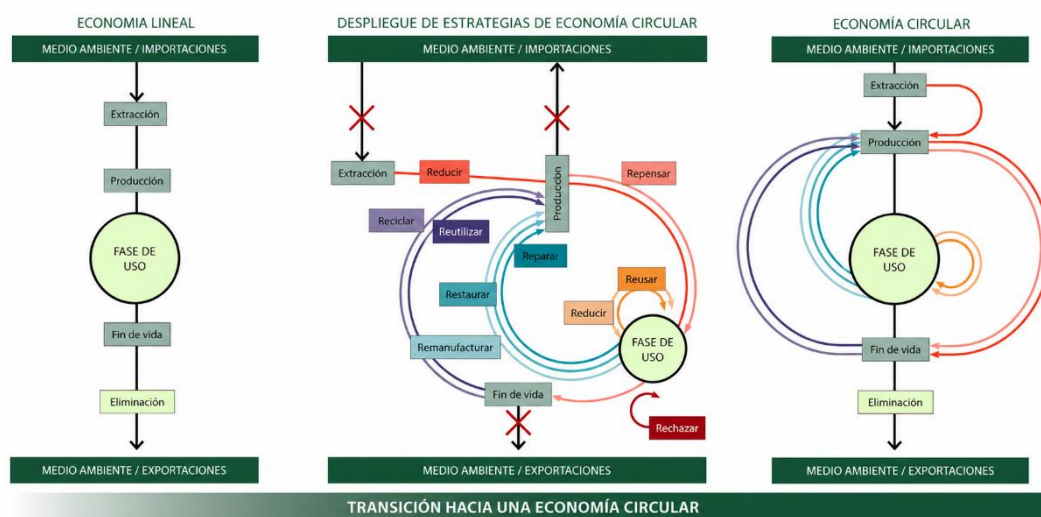


Figura 1. Diagrama de transición desde la economía lineal a economía circular (Ministerio del Medio Ambiente, 2023).

En el Modelo Lineal, los recursos siguen un flujo unidireccional desde la extracción hasta su eliminación, lo que conlleva una pérdida de valor de los materiales y un aumento en la generación de residuos. A diferencia del modelo lineal, la Economía Circular se concibe como un ciclo continuo en el que los productos no terminan en disposición final, sino que vuelven a incorporarse al sistema productivo. En este marco, se reconocen diversas estrategias clave que permiten operacionalizar este enfoque y avanzar hacia sistemas productivos más eficientes y sostenibles, entre las cuales destacan las siguientes (Ministerio del Medio Ambiente, 2022):

1. *Reciclaje*: es el empleo de un residuo como insumo o materia prima dentro de un proceso productivo, permitiendo transformar los desechos en nuevos productos. Dentro de esta categoría se incluyen procesos como el coprocesamiento y el compostaje.
2. *Reutilización*: consiste en utilizar nuevamente productos o componentes desechados sin someterlos a un proceso productivo adicional. Prolongando su vida útil y disminuyendo el consumo de nuevas materias primas.

3. *Reducción*: se refiere a la disminución de residuos generados desde el origen, mediante el uso eficiente de recursos, el ecodiseño y la adopción de patrones de consumo más sostenibles.
4. *Remanufactura*: corresponde a la recuperación de productos o componentes usados mediante procesos industriales que permiten restaurarlos, reacondicionarlos o modernizarlos, otorgándoles un desempeño similar al de un producto nuevo.
5. *Reparar*: implica restaurar productos dañados o con fallas para recuperar su funcionalidad original, evitando su reemplazo prematuro y fomentando un consumo más sostenible.

1.1.1. Ciclos técnicos y biológicos

Desde la perspectiva de la Economía Circular, los materiales pueden clasificarse en ciclos biológicos y ciclos técnicos, dependiendo de sus características y posibilidades de reincorporación al sistema productivo. Los ciclos biológicos consideran materiales que pueden retornar de manera segura a la naturaleza mediante procesos de degradación o regeneración, mientras que los ciclos técnicos corresponden a materiales como plásticos, metales, papel y vidrio, los cuales deben mantenerse en circulación el mayor tiempo posible mediante estrategias de reutilización, reparación, reciclaje y remanufactura (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

Tal como se observa en la Figura 2, este modelo busca minimizar la pérdida material y reducir las externalidades negativas asociadas a la extracción de recursos y la generación de residuos. Para ello, se promueve la conservación del valor de los productos y materiales dentro del sistema económico, evitando que estos terminen como basura.

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR

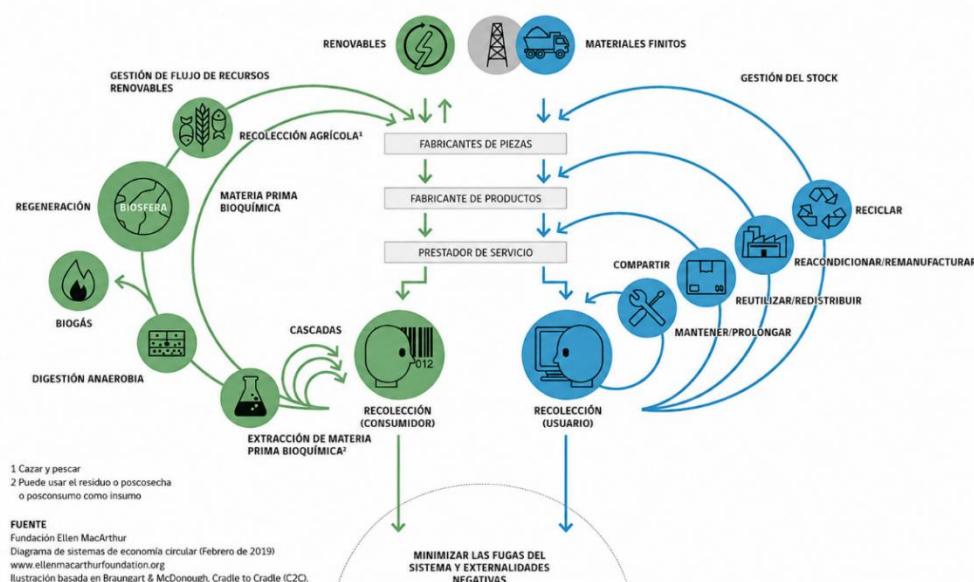


Figura 2. Diagrama de ciclos técnicos y biológicos del sistema de economía circular (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

1.2. Bases regulatorias y alcance operativo de la Ley 20.920

La Ley N°20.920, conocida como Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP), establece un marco normativo para la gestión de residuos, orientado a disminuir su generación y fomentar su reutilización, reciclaje y otras formas de valorización. Su principal objetivo es promover una gestión ambientalmente adecuada de los residuos, incorporando la Responsabilidad Extendida del Productor como un instrumento de política ambiental. Desde esta perspectiva, se establecen responsabilidades para los productores respecto de los residuos derivados de aquellos que se introducen en el mercado nacional, contribuyendo así a la protección de la salud de las personas y del medio ambiente mediante el fortalecimiento de los sistemas de gestión y valorización de residuos (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2016).

La Ley REP se sustenta en una serie de principios que promueve la transición hacia una economía circular. Entre ellos, destaca el principio de “el que contamina paga”, que establece que el generador de residuos es responsable de su manejo y de los impactos ambientales asociados. Asimismo, la normativa considera principios como el gradualismo en la implementación de las obligaciones, la inclusión de los recicladores de base, la participación ciudadana y el enfoque preventivo y precautorio frente a potenciales impactos ambientales y sanitarios. También se incluyen criterios de transparencia, trazabilidad y responsabilidad del generador, con el propósito de asegurar una gestión eficiente y ambientalmente adecuada de los residuos a lo largo de toda la cadena de manejo (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2016).

La Ley se basa en la jerarquía de gestión de residuos, comúnmente representada mediante una pirámide invertida (Figura 3), que prioriza las alternativas con menor impacto ambiental. En primer lugar, se encuentra la prevención en la generación de residuos, considerada la estrategia más eficiente y sostenible. Posteriormente, se sitúan las alternativas de valorización, las cuales incluyen la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética, permitiendo recuperar materiales o energía contenida en los residuos. Finalmente, la eliminación constituye la última alternativa dentro de esta jerarquía, debido a los impactos ambientales asociados a la disposición final en rellenos sanitarios o vertederos (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

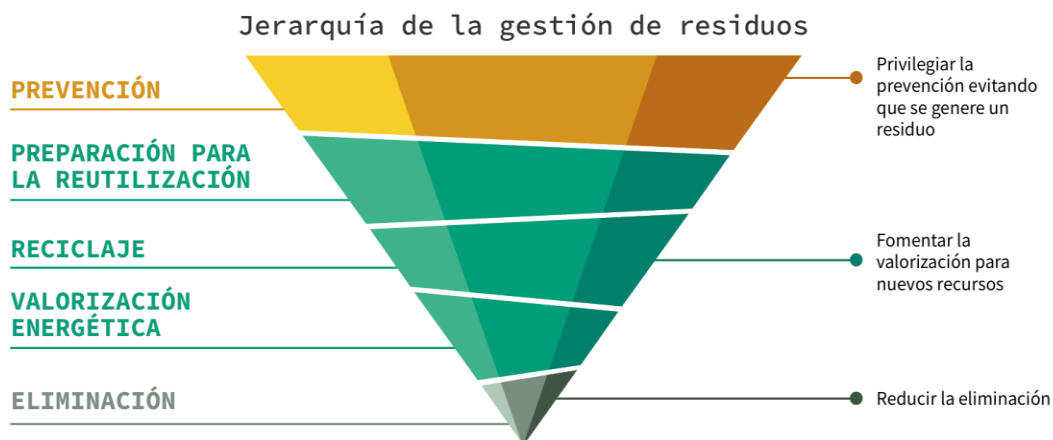


Figura 3. Jerarquía de la gestión de residuos (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

La Ley define seis productos prioritarios respecto de los cuales los productores deben organizar y financiar su gestión, tras su consumo. Estos productos corresponden a aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, envases y embalajes, neumáticos, textiles y pilas. La selección de estas categorías responde a su alto volumen de generación y a su potencial impacto ambiental, con el fin de fortalecer los procesos de valorización y promover sistemas de gestión más sostenibles.

Cada uno de los productos prioritarios regulados por la Ley REP, debe cumplir metas específicas de recolección y valorización, las cuales son fijadas mediante decretos supremos elaborados por el Ministerio del Medio Ambiente. Para ello, los productores deben organizar y financiar sistemas de gestión, ya sea de forma individual o colectiva, encargados de coordinar las etapas de recolección, transporte, almacenamiento y recuperación de recursos, a través de gestores autorizados y registrados. Asimismo, los productores están obligados a inscribirse en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), declarar las cantidades de productos prioritarios introducidos al mercado y asegurar el cumplimiento de las metas y demás obligaciones establecidas en la normativa vigente (Ministerio del Medio Ambiente, 2024).

1.2.1. Otros instrumentos para la transición hacia la economía circular en Chile

En Chile, la transición hacia la economía circular ha sido impulsada mediante distintos instrumentos estratégicos y políticas públicas orientadas a promover un uso más eficiente de los recursos y disminuir el volumen de residuos generados. Entre ellos se destaca la “Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040”, impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. Este instrumento establece una visión país de largo plazo, para transitar desde un modelo económico lineal hacia uno circular, definiendo metas orientadas a duplicar la tasa de productividad material y reducir la generación de residuos per cápita al año 2040. Asimismo, plantea objetivos relacionados con el aumento de la valorización de residuos, el fortalecimiento de mercados de materiales secundarios y la incorporación de estrategias de ecodiseño, reutilización y reciclaje. La Hoja de Ruta también reconoce la

necesidad de fortalecer la infraestructura de recuperación de residuos y promover cambios en los patrones de producción y consumo, considerando que en Chile se generan anualmente cerca de 7,9 millones de toneladas de residuos domiciliarios, de los cuales una fracción importante aún es enviada a disposición final (Ministerio de Medio Ambiente, 2021).

Complementariamente, los Acuerdos de Producción Limpia (APL) corresponden a instrumentos voluntarios de gestión ambiental promovidos por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, mediante los cuales empresas, instituciones y organismos públicos establecen compromisos para mejorar su desempeño ambiental y productivo. Desde su implementación, los APL han permitido desarrollar iniciativas asociadas a eficiencia energética, reducción de emisiones, uso eficiente de recursos y fortalecimiento de sistemas de reciclaje en distintos sectores productivos del país. En materia de residuos, estos acuerdos han impulsado programas de segregación en origen, implementación de infraestructura para reciclaje y aprovechamiento de recursos contenidos en los residuos, además de acciones de capacitación y educación ambiental dirigidas a trabajadores y usuarios. De esta manera, los APL se posicionan como herramientas relevantes para avanzar hacia modelos de gestión más sostenibles y alineados con los principios de la economía circular dentro de organizaciones y edificios corporativos (Acción Empresas por un Desarrollo Sostenible, 2020).

Los lineamientos establecidos en la Guía Cero Residuos a Eliminación, desarrollada en el marco del Acuerdo de Producción Limpia (APL) Cero Residuos a Eliminación, basados en cuatro etapas principales (Figura 4):

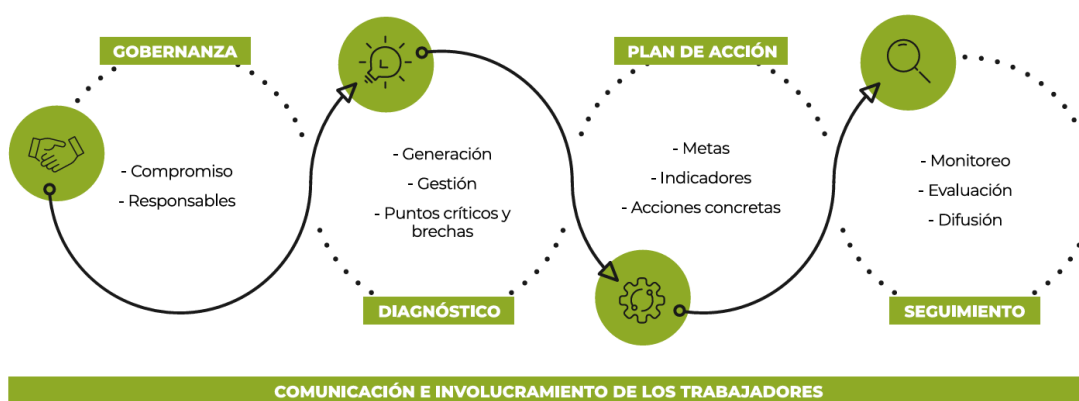


Figura 4. Etapas para avanzar hacia una gestión Cero Residuos a Eliminación (Acción Empresas por un Desarrollo Sostenible, 2020).

- Gobernanza: definición del compromiso organizacional y de los responsables de la iniciativa.

- Diagnóstico: identificación de la generación de residuos, gestión actual y principales brechas.
- Plan de acción: formulación de medidas concretas, definición de metas e indicadores.
- Seguimiento: monitoreo, evaluación y comunicación permanente de los resultados.

1.3. Residuos inorgánicos reciclables en Chile

En Chile, el aumento sostenido en la generación de residuos constituye una problemática ambiental asociada al crecimiento urbano, las actividades productivas y los actuales patrones de consumo. De acuerdo con antecedentes del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) y del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER), entre los años 2014 y 2023 se observa una tendencia al alza en la generación de residuos a nivel nacional, superando los 20 millones de toneladas durante el año 2023 (RETC-MMA, 2024).

Dentro de los residuos no peligrosos, se encuentran los residuos sólidos municipales (RSM), los cuales corresponden a aquellos generados principalmente en hogares, oficinas, comercios, servicios y espacios públicos. Estos residuos están compuestos por fracciones orgánicas e inorgánicas. Los residuos orgánicos incluyen principalmente restos de alimentos y residuos de jardinería, mientras que los residuos inorgánicos comprenden materiales como papel y cartón, vidrio, plásticos y metales. La recuperación y aprovechamiento de esta fracción inorgánica resulta fundamental para avanzar hacia modelos de Economía Circular.

A pesar de los avances normativos y el aumento en las iniciativas de reciclaje, la gestión de los residuos sólidos municipales (RSM) en Chile, continúa caracterizándose por una fuerte dependencia de sistemas de eliminación y bajas tasas de recuperación de recursos.

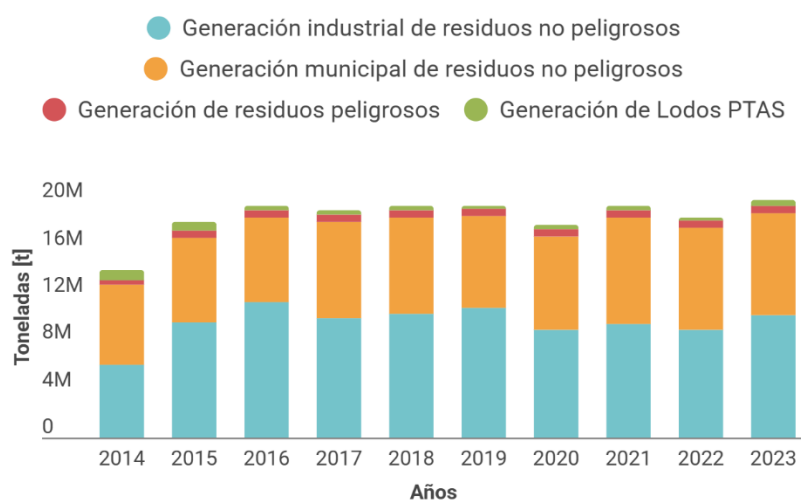


Figura 5. Gráfico de generación de residuos a nivel nacional entre el 2014 a 2023 (RETC-MMA, 2024).

En términos de generación per cápita, se estima que cada habitante produce aproximadamente 1,1 kg de residuos sólidos domiciliarios al día, equivalente a cerca de 396 kg anuales por persona, reflejando la alta presión que ejercen los actuales patrones de consumo, sobre los sistemas de gestión de residuos (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

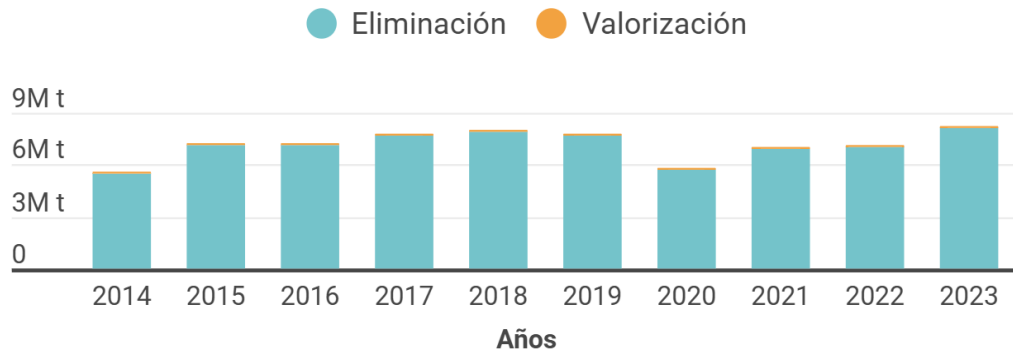


Figura 6. Gráfico sobre la gestión de residuos municipales entre el 2014 y 2023 (RETC-MMA, 2024).

El flujo de residuos sólidos municipales ha mantenido una estructura de gestión prácticamente sin variaciones durante la última década, donde la eliminación continúa representando cerca del 99% del total gestionado. Si bien la valorización ha aumentado en términos absolutos, su participación sigue siendo marginal y no supera el 1% del total gestionado a nivel nacional, evidenciando las importantes brechas existentes en materia de reciclaje y recuperación de materiales (RETC-MMA, 2024).

1.3.1. Sistema de numeración y abreviaturas

Con el fin de facilitar la identificación, clasificación y posterior gestión de los residuos reciclables, la Unión Europea estableció una guía de codificación mediante la Decisión 97/129/CE de la Comisión Europea. Este sistema asigna códigos numéricos y abreviaturas específicas a distintas familias de materiales, tales como plásticos, papel y cartón, metales, madera, textiles, vidrio y materiales compuestos, permitiendo su correcta identificación y favoreciendo los procesos (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 1994).

Esta identificación se representa mediante el denominado triángulo de Möbius (Figura 7), un símbolo triangular compuesto por tres flechas que forman un ciclo continuo y que se encuentra ampliamente asociado al reciclaje. Las flechas representan las etapas de recolección, procesamiento y reincorporación de los materiales reciclados al ciclo productivo. En su interior se ubica un número que identifica el tipo de residuo utilizada en la fabricación del producto, mientras que en la parte inferior se incorpora una sigla o abreviatura correspondiente al material (Guardado, 2013).

Es importante señalar que la presencia de este símbolo no implica necesariamente que el producto sea reciclable en todas las condiciones o localidades, sino que su principal función es facilitar la separación, clasificación y valorización de los residuos durante las etapas de recolección y reciclaje.



Figura 7. Triángulo de identificación de residuos utilizado en procesos de reciclaje (Guardado, 2013).

1.3.2. Plásticos

Uno de los residuos inorgánicos más comunes corresponde a los plásticos, materiales ampliamente utilizados gracias a su versatilidad y a la diversidad de aplicaciones que ofrecen. Su estructura molecular les confiere propiedades como resistencia, durabilidad, flexibilidad y una elevada capacidad de soportar la degradación, características que han impulsado su uso masivo en múltiples sectores productivos y de consumo. Estos materiales se obtienen principalmente a partir de derivados del petróleo y del gas natural, mediante procesos de polimerización que permiten formar largas cadenas moleculares conocidas como polímeros (Gil, y otros, 2020).

De acuerdo con sus propiedades y comportamiento frente al calor, los plásticos pueden clasificarse en dos grandes grupos: termoplásticos y termoestables. Los termoplásticos se caracterizan por ablandarse al ser sometidos a altas temperaturas y endurecerse nuevamente al enfriarse, permitiendo su remodelación y reciclaje. Por su parte, los termoestables experimentan un proceso de endurecimiento permanente durante su fabricación, por lo que no pueden volver a fundirse ni moldearse una vez solidificados. Estas propiedades han favorecido su amplia utilización en diversos sectores productivos; sin embargo, también han contribuido al aumento de residuos plásticos persistentes en el medio ambiente, debido a sus largos tiempos de degradación (Zea, 2019).

La ASTM International una de las organizaciones más grandes del mundo para el desarrollo voluntario de normas, propuso siete categorías principales para clasificar a los plásticos (Zea, 2019):

1. PET/PETE (Polyethylene Terephthalate o polietileno tereftalato): corresponde a un plástico de un solo uso ampliamente utilizado en botellas de agua y bebidas, además de envases y empaques de alimentos. Se identifica mediante el número 1 dentro del triángulo de Möbius.
2. HDPE (High Density Polyethylene o polietileno de alta densidad): material plástico rígido y resistente a productos químicos y variaciones de temperatura. Se utiliza principalmente en envases de detergentes, productos de limpieza e higiene personal. Se representa mediante el número 2.

3. PVC (Polyvinyl Chloride o policloruro de vinilo): material compuesto principalmente por carbono, hidrógeno y cloro, ampliamente utilizado en tuberías, revestimientos de cables, tarjetas y materiales de construcción. Se identifica con el número 3.
4. LDPE (Low Density Polyethylene o polietileno de baja densidad): plástico flexible, liviano y resistente, utilizado comúnmente en bolsas plásticas, envoltorios y películas adhesivas. Se representa mediante el número 4.
5. PP (Polypropylene o polipropileno): plástico resistente al calor y a la humedad, utilizado frecuentemente en envases de alimentos, tapas, recipientes reutilizables y utensilios plásticos. Se identifica mediante el número 5.
6. PS (Polystyrene o poliestireno): plástico utilizado principalmente en productos desechables de un solo uso, tales como vasos, cubiertos y envases para alimentos. Debido a sus características y dificultades de reciclaje, es considerado uno de los materiales plásticos con mayor impacto ambiental. Se representa mediante el número 6.
7. Otros plásticos: categoría que agrupa diversos tipos de plásticos no incluidos en las clasificaciones anteriores, generalmente compuestos por mezclas de materiales o polímeros especiales que presentan mayores dificultades para su reciclaje. Se identifican mediante el número 7.



Figura 8. Sistema de identificación de plásticos reciclables representado mediante el triángulo de Möbius.

1.3.3. Papel y Cartón

El papel y cartón corresponden a residuos reciclables compuestos principalmente por fibras de celulosa y agua, cuyo proceso de valorización busca recuperar la mayor cantidad posible de fibras para la fabricación de nuevos productos. Debido a la diversidad de tipos y calidades existentes, su correcta segregación resulta fundamental para evitar contaminación con residuos orgánicos, restos de alimentos o materiales adhesivos que dificulten su reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2025).

Al igual que los plásticos, los productos de papel y cartón pueden incorporar códigos de identificación asociados al triángulo de Möbius, facilitando su reconocimiento y clasificación para procesos de reciclaje y valorización (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 1994), los principales son:

1. PAP 20: Es el código que identifica el cartón corrugado. Es el material por excelencia del embalaje de transporte y de comercio electrónico, ejemplos habituales son cajas de envío, cajas para mudanzas, embalajes de transporte y agrupación, planchas de cartón para protección. Es uno de los materiales con mayor tasa de reciclaje en Europa.
2. PAP 21: Corresponde al cartón no corrugado, también conocido como cartón compactado o cartoncillo. Se utiliza sobre todo en envases de venta, envases y embalajes, ejemplos habituales son cajas de cereales, pastas o galletas, cajas de zapatos, packs de medicamentos, entre otros.
3. PAP 22: Identifica el papel sin recubrimiento específico. Incluye desde el papel hasta el papel de seda o papel impreso convencional, las bolsas de papel de tiendas, sobres de papel, papel de envolver, periódicos, revistas y libros. Si el papel lleva plastificado, aluminio u otros recubrimientos, deja de ser PAP 22 y pasa a clasificarse como envase compuesto.



Figura 9. Sistema de identificación de materiales de papel y cartón.

1.3.4. Latas y Metales

Los metales corresponden a materiales con alto potencial de reciclaje, ya que pueden recuperarse y reutilizarse múltiples veces sin perder significativamente sus propiedades. El reciclaje de metales como aluminio, acero y cobre permite reducir el consumo energético y los impactos ambientales asociados a la extracción de materias primas desde actividades mineras. Los metales poseen propiedades como conductividad, maleabilidad y ductilidad, lo que favorece su reutilización en diversos procesos productivos. Para su correcta valorización, es fundamental realizar una adecuada segregación en origen, evitando la contaminación con residuos peligrosos o sustancias que dificulten su reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2025).

También tiene su sistema de numeración y abreviaturas asociados al triángulo de Möbius (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 1994), los más relevantes:

1. FE 40: corresponde al código de identificación asignado al acero. Este material es ampliamente utilizado en la fabricación de envases y embalajes debido a su resistencia mecánica y capacidad de conservación. Algunos ejemplos habituales son las latas de conservas, envases para alimentos, tapas metálicas y recipientes para productos industriales. El acero posee un alto potencial de reciclaje, ya que puede recuperarse y reutilizarse múltiples veces sin perder sus propiedades, contribuyendo a la reducción del consumo de materias primas y energía.
2. ALU 41: corresponde al código de identificación asignado al aluminio. Este material se caracteriza por ser liviano, resistente a la corrosión y fácilmente reciclable. Se utiliza comúnmente en latas de bebidas, bandejas para alimentos, papel aluminio, tapas y otros envases de consumo masivo.

1.3.5. Vidrio

El vidrio corresponde a un material inorgánico, duro y frágil, ampliamente utilizado en la fabricación de botellas, envases, ventanas y diversos productos de uso cotidiano. Este material se produce principalmente a partir de arena (sílice, SiO_2), sosa (carbonato de sodio, Na_2CO_3) y caliza (carbonato de calcio, CaCO_3), y presenta un alto potencial de reciclaje, ya que permite recuperar hasta el 100% de la materia prima para la elaboración de nuevos productos, reduciendo además el consumo energético respecto al proceso de fabricación inicial. Para su correcta valorización, es fundamental realizar una adecuada segregación, diferenciando los envases de vidrio reciclables de otros materiales como cerámicas, porcelanas, ampolletas, parabrisas y cristales tratados, los cuales poseen composiciones y puntos de fusión distintos que dificultan su reciclaje conjunto. Según la clasificación NCh 3321:2013, los residuos de vidrio incluyen envases transparentes, verdes, cafés y otros tipos de envases de vidrio reciclables (Ministerio del Medio Ambiente, 2025).

Al igual que los plásticos y los productos de papel y cartón, los metales disponen de códigos de identificación específicos asociados al triángulo de Möbius, los cuales facilitan su correcta clasificación y gestión dentro de los sistemas de reciclaje (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 1994):

1. GL 70: es vidrio incoloro, utilizado principalmente en botellas transparentes, frascos y envases para alimentos y bebidas.
2. GL 71: vidrio verde, comúnmente empleado en botellas para bebidas, especialmente vinos y algunas bebidas gaseosas.
3. GL 72: es vidrio marrón, utilizado en envases que requieren mayor protección frente a la luz, como botellas de cerveza y algunos productos farmacéuticos.

Los antecedentes recientes muestran que, si bien existen avances en gestión y aprovechamiento de residuos reciclables, aún persisten importantes brechas en la

recuperación efectiva de materiales. El Estudio Comparativo de Materiales 2024, desarrollado por Kyklos y la Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (ANIR), evidenció que materiales como el cartón alcanzan tasas de valorización cercanas al 48,3%, mientras que el vidrio registra un 24,1%, asimismo, el polietileno tereftalato (PET) un 22,4%, el polipropileno (PP) un 16,9%, mientras que, el aluminio de envases un 29,3%. A pesar de estos avances, una proporción significativa de estos materiales continúa sin ser recuperada e ingresa a sistemas de disposición final. Estos antecedentes evidencian que, aunque existe capacidad técnica para valorizar una parte importante de los residuos reciclables, todavía persisten desafíos asociados a la clasificación en origen, la participación de los usuarios, la captación de materiales y la eficiencia de los sistemas de recolección y reciclaje, aspectos fundamentales para avanzar hacia una gestión más circular de los residuos (Agencia de Sostenibilidad Circular, 2025).

1.3.6. Impactos asociados a la gestión inadecuada de residuos inorgánicos reciclables.

Los residuos reciclables de carácter inorgánico constituyen una fracción importante de los residuos sólidos municipales (RSM). Cuando estos materiales no son gestionados adecuadamente, pueden generar impactos ambientales y riesgos para la salud humana, debido a su persistencia en el medio, su potencial de contaminación y la ocupación de espacios destinados a disposición final.

Uno de los ejemplos más representativos corresponde a los residuos plásticos. Si bien los distintos tipos de plásticos presentan características fisicoquímicas y velocidades de degradación diferentes, una gran parte de ellos puede fragmentarse progresivamente por efecto de la radiación solar, la abrasión mecánica y otros procesos ambientales, generando partículas de menor tamaño conocidas como micro-plásticos (Gil, y otros, 2020). Estas partículas pueden dispersarse ampliamente en el medio ambiente y han sido detectadas en diversos ecosistemas acuáticos, donde pueden ser ingeridas por organismos como zooplancton, peces, aves y otros animales, incorporándose a la cadena trófica. Debido a su persistencia y capacidad para adsorber y transportar contaminantes, los microplásticos constituyen una preocupación ambiental creciente por sus potenciales efectos sobre la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas y la salud humana (Sarria-Villa & Gallo-Corredor, 2016).

Por tanto, la producción de papel y cartón requiere un importante consumo de agua, energía y materias primas forestales. Cuando estos materiales no son recuperados mediante reciclaje, contribuyen al aumento del volumen de residuos destinados a disposición final, incrementando la demanda de espacio en rellenos sanitarios (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España, 2022). En el caso de los residuos metálicos, una gestión inadecuada puede generar impactos ambientales asociados a procesos de corrosión, causado mediante el deterioro de un material por la acción química o electroquímica del entorno en el cual se encuentra (Avalos, 2011) y lixiviación, proceso mediante el cual el agua o los líquidos percolan a través de los residuos sólidos, disolviendo y transportando contaminantes hacia la fase líquida, lo que involucra una serie de procesos físicos, químicos y biológicos (Valeriano, 2025), estos procesos

favorecen la liberación de metales al suelo y cuerpos de agua. Dependiendo de su composición, algunos de estos elementos pueden acumularse en los ecosistemas y afectar a organismos vivos. Asimismo, la exposición prolongada a determinados metales puede representar riesgos para la salud humana, especialmente cuando estos contaminan fuentes de agua o ingresan a la cadena alimentaria (Cortes, Segundo, García, & Almanza, 2024).

En el caso de los residuos de vidrio, una gestión inadecuada puede contribuir a la acumulación de residuos en el ambiente debido a su elevada persistencia. Aunque el vidrio no se considera un contaminante directo, los envases de vidrio pueden permanecer durante generaciones en los ecosistemas, afectando el entorno natural y aumentando el volumen de residuos que requieren gestión y disposición adecuada (Carrasco, 2017).

1.4. Sistema de gestión de residuos reciclables

La gestión integral de residuos corresponde a un sistema de manejo basado en los principios del desarrollo sostenible, cuyo objetivo principal es minimizar la cantidad de desechos destinados a disposición final mediante estrategias que promueven la recuperación de materiales, su reincorporación al ciclo productivo y el avance hacia modelos de Economía Circular (SCHEJTMAN & IRURITA, 2012).

De acuerdo con la Guía Cero Residuos a Eliminación desarrollada en el marco del Acuerdo de Producción Limpia (APL), la implementación de un sistema de manejo de residuos en organizaciones se estructura en cuatro etapas principales: gobernanza, diagnóstico, plan de acción y seguimiento explicados en el punto 1.2.1. Este enfoque busca reducir sistemáticamente la generación y maximizar su valorización mediante la definición de responsabilidades, la caracterización de los flujos del proceso, el establecimiento de metas e indicadores, y la evaluación continua de los resultados obtenidos (Acción Empresas por un Desarrollo Sostenible, 2020). Dentro de este sistema, la administración de los residuos comprende una serie de etapas operativas interrelacionadas que abarcan:

1. Generación
2. Segregación en origen
3. Recolección/transporte
4. Tratamiento/recuperación
5. Disposición final/ Reinserción en el mercado o industria

1.4.1. Generación de Residuos inorgánicos

Para el diseño e implementación de un sistema de gestión integral de residuos eficiente, resulta fundamental contar con información confiable sobre la cantidad y composición de excedentes generados en instalaciones, organizaciones, establecimientos o espacios donde se desarrollan actividades humanas. Estos antecedentes permiten planificar adecuadamente los requerimientos de infraestructura, equipamiento y recursos humanos, además de estimar los volúmenes de materiales que pueden ser destinados a procesos de reciclaje o vertido. Con este propósito, se han desarrollado metodologías de cuantificación y caracterización que permiten determinar tanto las cantidades generadas como su composición física, mediante actividades de muestreo, separación y pesaje de las distintas fracciones presentes (Acción Empresas por un Desarrollo Sostenible, 2020). La información

obtenida constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones y la planificación de estrategias.

Este tipo de información permite conocer las características de los materiales que se generan e inferir en el porcentaje de materiales recuperables para que sea posible evaluar la factibilidad técnica, económica y ambiental de implementar nuevas alternativas de administración. Cuanto menos residuo se genere, menor es el espacio necesario para disponerlos y la cantidad de recursos necesarios para su gestión y tratamiento.

1.4.2. Segregación en origen

La segregación en origen constituye una etapa fundamental, ya que consiste en la separación de los materiales en el lugar donde son generados. Contribuyen a la reducción de la contaminación entre materiales y aumentan las posibilidades de reciclaje. La efectividad de la clasificación inicial depende tanto de la infraestructura disponible como de la participación de los usuarios. Asimismo, factores como la disponibilidad de contenedores adecuados, la existencia de señalética clara y visible, la accesibilidad de los puntos de reciclaje y el nivel de conocimiento de los usuarios tienen un impacto directo en la correcta separación y recuperación de materiales reciclables.

En este contexto, se han definido los Puntos Limpios (PL), como estaciones o contenedores destinados a la recepción, separación y acumulación de materiales reciclables, con el objetivo de facilitar su posterior aprovechamiento y tratamiento. Su implementación contribuye a disminuir la disposición a vertederos y rellenos sanitarios, promover la economía circular y fortalecer la educación ambiental de los usuarios (Pinto, 2025).

No obstante, uno de los principales desafíos de estos sistemas corresponden a los errores de segregación y disposición de residuos. Entre los errores más frecuentes se encuentra la incorporación de envases contaminados con restos orgánicos o líquidos, la mezcla de materiales incompatibles y aquellos no aceptados dentro de los contenedores de reciclaje. Esto probablemente se deba a la falta de información, señalética o desconocimiento de los usuarios, afectando de esta manera la calidad de los materiales recuperados y la eficiencia de los procesos (Consortio Residuos de la Región de Murcia, 2024).

Por otro lado, los residuos sólidos municipales (RSM) pueden clasificarse según el material que los compone, asociándose a distintos sistemas de identificación visual para facilitar su correcta separación y manejo. En Chile, la Norma Chilena NCh 3322:2013, aprobada por el Instituto Nacional de Normalización (INN), establece un sistema estandarizado de colores para la identificación de diferentes fracciones, además de simbologías y textos característicos para cada tipo de material (Instituto Nacional de Normalización, 2013), como se observa en la Figura 10, los colores estándares de los contenedores según la Norma mencionada.

Si bien esta norma es de carácter voluntario en Chile, su principal objetivo es orientar y generar conciencia sobre la correcta separación mediante el uso de colores y elementos visuales, promoviendo prácticas de reciclaje tanto en empresas e instituciones como en la

comunidad en general. De esta forma, se busca fomentar una cultura ambiental más responsable y facilitar la gestión adecuada de los residuos desde su origen.



Figura 10. Clasificación de colores de Residuos Sólidos Municipales (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

La clasificación de colores es la siguiente (Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, 2016):

- Contenedor azul: destinado a la disposición de papel y cartón, tales como cajas, periódicos, revistas y folletos publicitarios, entre otros materiales similares.
- Contenedor beige: destinado a envases multicapa de cartón para bebidas y alimentos, comúnmente conocidos como Tetra Pak, utilizados en productos como leche, jugos y otros líquidos.
- Contenedor amarillo: corresponde a plásticos, donde deben depositarse envases y productos fabricados con este material, como botellas, envases de alimentos y bolsas plásticas. Generalmente, en esta categoría se incluyen los plásticos identificados mediante los códigos de resina del 1 al 6 del triángulo de Möbius; sin embargo, los materiales efectivamente aceptados para reciclaje pueden variar según la capacidad de valorización, infraestructura y criterios establecidos por cada empresa o sistema de gestión de residuos.
- Contenedor verde: destinado a vidrio, depósito principalmente botellas y envases de vidrio utilizados para bebidas, alimentos y productos de consumo.
- Contenedor gris claro: se utiliza para metales, principalmente latas de bebidas y conservas.
- Contenedor café o marrón: destinado a residuos orgánicos de origen natural, tales como restos de frutas, verduras, carnes y papeles contaminados con restos de alimentos que no pueden ser reciclados junto al papel y cartón limpio.

- Contenedor rojo: es utilizado para residuos peligrosos, tales como pilas, baterías, aceites y medicamentos, debido a los riesgos ambientales y sanitarios asociados a su manejo inadecuado.
- Contenedor morado: corresponde a aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), donde pueden depositarse equipos electrónicos y electrodomésticos en desuso.
- Contenedor gris oscuro: corresponde a aquellos destinados a eliminación o basura común, es decir, aquellos materiales que no pueden ser reciclados o cuyo proceso de valorización aún no se encuentra desarrollado.

Con respecto a la señalética, la Norma Chilena NCh 3322:2013 no establece el uso de símbolos complejos, sino que privilegia la utilización de pictogramas representativos, acompañados de textos descriptivos y colores normalizados. Estos símbolos corresponden a ilustraciones simples e íconos visuales asociados al material reciclable, con el objetivo de facilitar su identificación y correcta diferenciación por parte de los usuarios. Por ejemplo, para papel y cartón se emplean imágenes relacionadas con hojas de papel o cajas, mientras que para plásticos se utilizan representaciones de botellas o envases plásticos, entre otros. Asimismo, la norma no contempla la incorporación de una gran cantidad de pictogramas complementarios o instrucciones específicas, como lavar los envases antes de depositarlos o aplastar las botellas, ya que estas recomendaciones pueden sobrecargar visualmente la señalética y dificultar su comprensión inmediata. En su lugar, prioriza una comunicación clara, sencilla y de rápida interpretación, basada en la identificación del tipo de residuo mediante colores, textos y símbolos representativos.

1.4.3. Recolección, transporte y valorización de residuos

La recolección corresponde a la etapa donde se retiran desde los puntos de almacenamiento temporal y se trasladan hacia las próximas etapas del sistema de gestión. Esta actividad puede realizarse mediante contenedores, puntos de acopio u otros sistemas establecidos para facilitar su manejo.

Una vez recolectados y transportados, los residuos pueden ser sometidos a procesos de clasificación, tratamiento y valorización, con el objetivo de recuperar los recursos contenidos en ellos mediante su reutilización, reciclaje o transformación. No obstante, aquellos que no pueden ser recuperados deben ser destinados a disposición final en instalaciones autorizadas, minimizando los impactos ambientales y sanitarios asociados a su manejo.

1.5. Importancia del usuario en el reciclaje

Los consumidores desempeñan un papel fundamental en el sistema de gestión de residuos, al iniciar el proceso de recuperación mediante la correcta separación y disposición de los residuos en los puntos de recolección habilitados. Su participación es determinante para el funcionamiento eficiente de los sistemas de reciclaje y el cumplimiento de las metas establecidas por la Ley REP (MMA, 2025). La Figura 11 esquematiza este proceso:

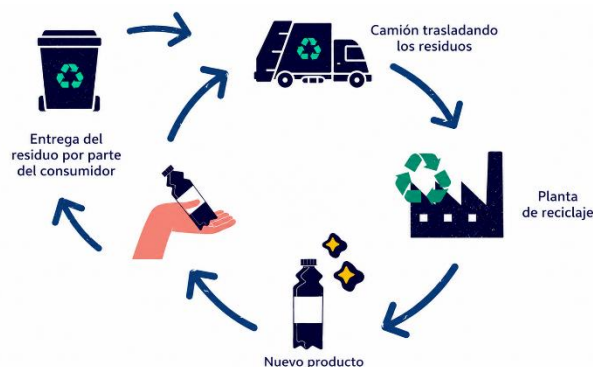


Figura 11. Esquema de gestión de residuos bajo el marco de la Ley REP (Ministerio del Medio Ambiente, 2024)

Para promover una correcta clasificación y disposición, resulta fundamental implementar estrategias de educación ambiental y sensibilización que permitan fortalecer el conocimiento y compromiso de las personas con las prácticas de reciclaje. En este sentido, herramientas como campañas de comunicación, señalética clara y visible, material informativo, actividades de capacitación y acciones de difusión contribuyen a orientar el comportamiento de los usuarios y facilitar el uso adecuado de los sistemas de reciclaje.

Asimismo, para cumplir adecuadamente con estos objetivos, es fundamental contar con una infraestructura operativa capaz de responder a las necesidades. Del mismo modo, la ubicación estratégica y accesible de los puntos limpios constituye un factor relevante, ya que una menor distancia y mayor facilidad de acceso favorecen la participación de los usuarios y aumentan la probabilidad de que los residuos sean dispuestos correctamente.

Al comparar la realidad de Chile con diversos países europeos, los han logrado consolidar sistemas de gestión de residuos más eficientes, alcanzando tasas de reciclaje considerablemente superiores. Como se observa en la Tabla 1, los países que presentan mayores tasas de reciclaje de residuos sólidos municipales, como Alemania (69,2 %) y Austria (62,6 %), han desarrollado sistemas integrales que combinan instrumentos normativos, infraestructura adecuada y mecanismos que incentivan la participación de la ciudadanía. En el caso de Alemania, destaca la implementación del sistema Pfand, el cual asigna un depósito económico sobre las botellas de plástico, el cual se devuelve al consumidor cuando retorna el envase utilizando máquinas de devolución automática (Cerezo, Alonso, Rodríguez, Otero, & Pastor, 2022), la separación obligatoria de residuos y la Ley de Economía Circular, mientras que Suecia complementa la separación en origen con una extensa red de estaciones de reciclaje y un sistema de depósito y retorno de envases, alcanzando además una alta valorización energética. En contraste, Chile registra una tasa de reciclaje de 19,02 %, significativamente inferior a la observada en los países europeos analizados, situación que refleja que la implementación de la Ley REP, si bien representa un avance importante, aún enfrenta desafíos asociados a la segregación en origen, la infraestructura disponible y la recuperación efectiva de materiales. Esta comparación evidencia que alcanzar mayores niveles de reciclaje requiere no solo de un marco normativo, sino también de sistemas de gestión consolidados, infraestructura accesible y

una participación de la ciudadanía, elementos que resultan fundamentales para avanzar hacia una economía circular.

Tabla 1. Comparación de tasas de reciclaje y valorización (Pinto, 2025).

País	Tasa reciclaje de RSM	Estrategias destacadas
Alemania	69,2%	Sistema Pfand, segregación obligatoria y Ley de Economía circular.
Austria	62,6%	Políticas de Economía circular.
Suecia	39% reciclaje + 59% valorización energética	Separación en origen, estaciones reciclaje, sistema de depósito y retorno de envases.
Chile	19,02%	Avances mediante Ley REP.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló en el edificio corporativo de Entel, ubicado en la comuna de Las Condes, Región Metropolitana. El edificio cuenta con un sistema de gestión de residuos reciclables implementado mediante estaciones de segregación distribuidas en los distintos pisos, cuyo funcionamiento constituye el objeto de análisis de este estudio.

Para la investigación se empleó una metodología que integra análisis cualitativo y cuantitativo. Desde la perspectiva cualitativa, se consideró la revisión de antecedentes normativos, procedimientos internos, recursos físicos disponibles y aspectos asociados al comportamiento de los usuarios frente al proceso de reciclaje. Por su parte, el análisis cuantitativo se orientó a la recopilación y evaluación de información relacionada con la generación de residuos, caracterización de materiales reciclables, niveles de recuperación y antecedentes operacionales del sistema de gestión existente.

La investigación se estructuró en tres fases metodológicas, definidas en función de los objetivos específicos planteados.

2.1. Fase 1: Diagnóstico

En esta fase se llevará a cabo el levantamiento y análisis de los materiales recuperables generados en las dependencias de Entel-Titanium. El análisis se enfocará en identificar los principales tipos de materiales residuales generados, sus fuentes de origen y su disposición interna antes de ser retirados por los gestores externos, con el propósito de establecer una línea base del sistema actual de gestión de residuos.

La información será recopilada mediante observación directa, visitas a terreno, revisión de registros internos y antecedentes proporcionados por la organización. Asimismo, se seleccionará un piso para realizar un levantamiento de información de la infraestructura disponible, considerando la ubicación y distribución de los puntos limpios, los materiales aceptados para reciclaje y el flujo general.

Consecutivamente, la información recopilada será sistematizada mediante tablas, gráficos y diagramas que permitan visualizar la composición y distribución de las fracciones residuales facilitando la identificación de los materiales con mayor potencial de recuperación.

2.2. Fase 2: Evaluación

A partir de la información recopilada durante la fase de diagnóstico, se realizará un análisis del sistema de separación y reciclaje existente en el edificio corporativo de Entel, con el propósito de identificar los factores que influyen en su desempeño.

La información obtenida durante el diagnóstico será organizada y analizada mediante una matriz FODA, clasificando los hallazgos en fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Esta herramienta permitirá identificar de manera estructurada los factores internos y externos que afectan el funcionamiento del sistema de gestión de residuos.

Posteriormente, se realizará una evaluación de las debilidades y amenazas identificadas en la matriz FODA, considerando criterios como su frecuencia de ocurrencia, el impacto sobre la recuperación de materiales reciclables y la factibilidad de implementar acciones de mejora. Este análisis permitirá priorizar aquellos factores que representan las principales brechas del sistema, las cuales permitirá identificar los puntos críticos y las oportunidades de mejora que servirán de base para la elaboración de las propuestas de optimización desarrolladas en la siguiente fase.

La Figura 12 resume el flujo metodológico seguido durante esta etapa, mostrando cómo la información obtenida en el diagnóstico es analizada mediante la matriz FODA y posteriormente evaluada para identificar las principales brechas del sistema.

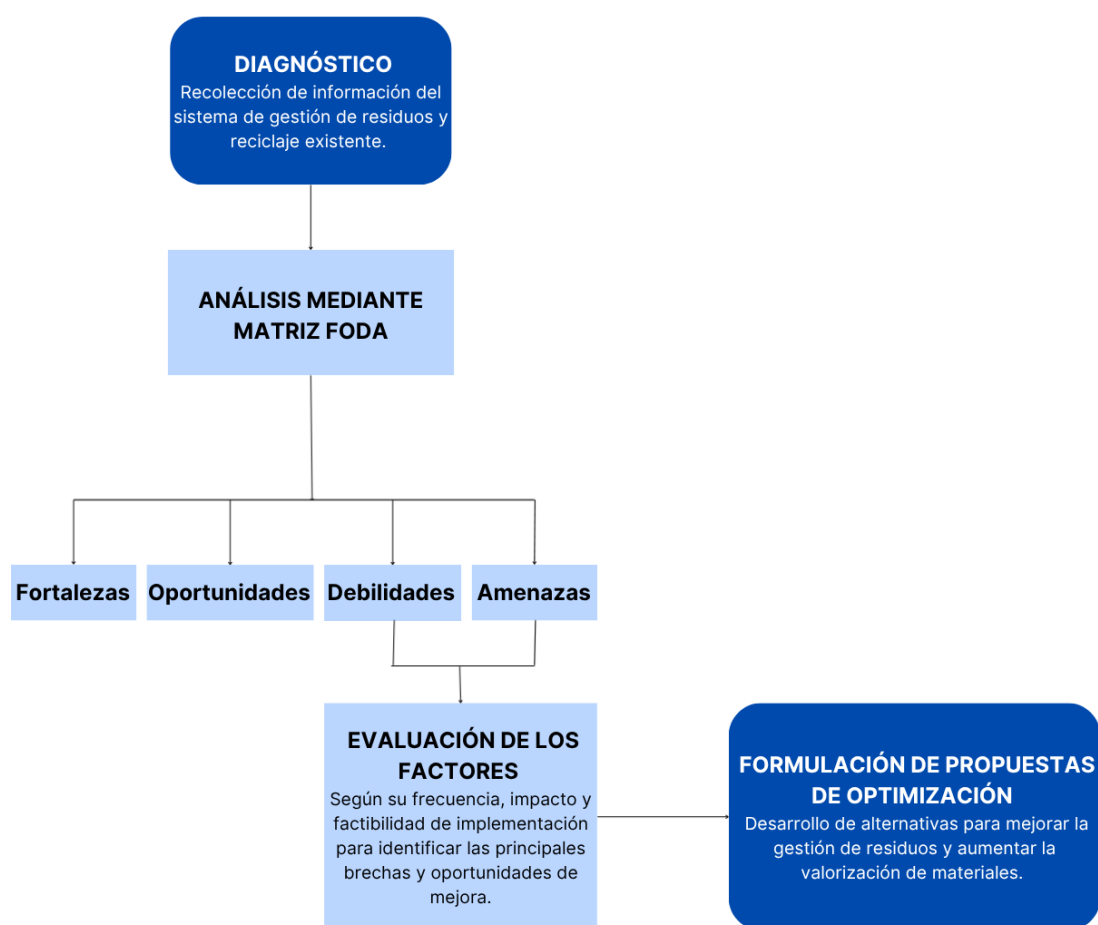


Figura 12. Flujo metodológico de la Fase 2: evaluación del sistema para la formulación de propuestas de optimización (Elaboración propia).

2.3. Fase 3: Elaboración de propuesta de optimización

A partir de los resultados del diagnóstico, la evaluación del sistema de la sede corporativa de Entel y la priorización de las debilidades y amenazas identificadas mediante la matriz FODA, se formularán propuestas de optimización siguiendo los lineamientos de la Guía Cero Residuos a Eliminación, desarrollada en el marco del Acuerdo de Producción Limpia (APL) Cero Residuos a Eliminación. Esta guía establece una metodología para fortalecer la gestión de residuos en las organizaciones, basada en cuatro etapas: gobernanza, diagnóstico, plan de acción y seguimiento, señalados en el punto 1.2.1.

Por otro lado, se considerará los antecedentes recopilados por la Gerencia de Medio Ambiente y Sustentabilidad, como los registros históricos de generación, la información técnica proporcionada por proveedores y gestores de residuos, así como las cotizaciones y requerimientos operacionales asociados a cada alternativa.

Al mismo tiempo, las alternativas serán comparadas mediante criterios de impacto ambiental, factibilidad técnica, operacional, económica y compatibilidad con la infraestructura existente, con el fin de seleccionar aquellas que presenten mayor potencial de implementación. Finalmente, para cada propuesta se definirán indicadores clave de desempeño (KPI) que permitan evaluar su efectividad una vez implementadas.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO

3.1. Descripción del edificio

El edificio corporativo de Entel se ubica en el Parque Titanium, Avenida Costanera Sur 2760, comuna Las Condes, Santiago. Emplazado en un sector empresarial consolidado, caracterizado por la concentración de edificios corporativos, oficinas y diversos servicios de apoyo asociados a la actividad empresarial. La edificación corresponde a una de las principales sedes administrativas de la compañía, en la cual se concentran diversas áreas responsables de la gestión, planificación y apoyo. Estas áreas coordinan actividades orientadas a clientes, colaboradores, proveedores, inversionistas, comunidad, autoridades y otros grupos de interés relevantes para la organización.

El edificio cuenta con aproximadamente 29 niveles operativos, desde el subterráneo -5 hasta el piso 23, y alberga cerca de 2.608 colaboradores, incluyendo personal de Entel y PCS (Servicios de Comunicación Personal).

La Figura 13 muestra la distribución general de una planta tipo del edificio, diseñada para el desarrollo de actividades administrativas y de apoyo. Entre las principales dependencias se incluyen áreas de trabajo tipo planta abierta, salas de reunión, espacios colaborativos, puntos de café y agua, comedor interno (piso 3), además de otras instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la organización. La Figura 13 facilita la comprensión de la organización espacial y permite identificar la ubicación de las áreas principales donde se llevan a cabo las actividades relacionadas con la generación y gestión de residuos evaluadas en este estudio.



Figura 13. Distribución referencial de los pisos del edificio.

3.2. Sistema actual de reciclaje en el Edificio Corporativo

El sistema actual de reciclaje está compuesto por un total de 62 puntos limpios, distribuidos entre los pisos -2 y 23, como se muestra en la Tabla 2. De acuerdo con las características y el uso de cada nivel, los pisos cuentan con uno, dos o tres puntos limpios.

Tabla 2. Registro de puntos limpios por piso (Elaboración propia).

Ubicación ptos Limpios en cada piso	N.º de puntos limpios
Piso -2	1
Piso -1	2
Piso 3	3
Piso 4	3
Piso 5	3
Piso 6	3
Piso 7	3
Piso 8	3
Piso 9	3
Piso 10	3
Piso 11	3
Piso 12	2
Piso 13	3
Piso 14	3
Piso 15	3
Piso 16	3
Piso 17	3
Piso 18	3
Piso 19	3
Piso 20	3
Piso 21	2
Piso 22	2
Piso 23	2
total	62

Para efectos de ejemplificación, se utilizó el piso 14 como referencia, debido a su accesibilidad durante el levantamiento de información, lo que permitió realizar una observación directa y facilitar la identificación y registro de los puntos limpios presentes en el piso. Este cuenta con tres estaciones de reciclaje, distribuidas estratégicamente en áreas de alta circulación de colaboradores.

El primero se encuentra ubicado en la zona de estar cercana de la impresora, considerando que existe una impresora por piso, facilitando la disposición de papel utilizado en actividades de oficina (Figura 14).

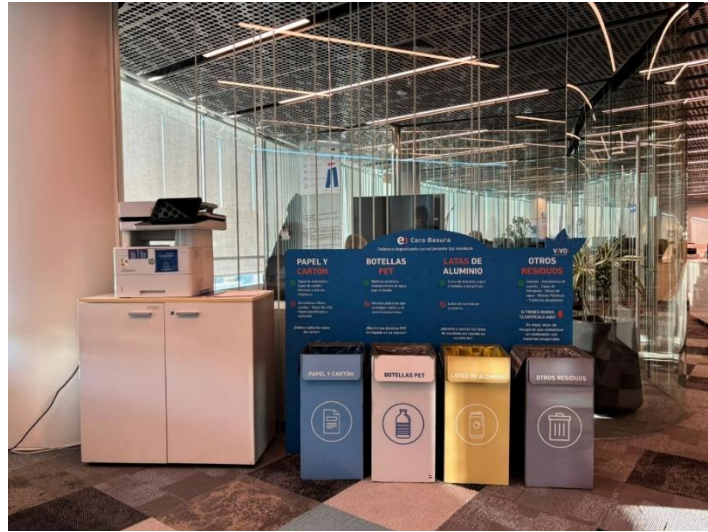


Figura 14. Punto limpio zona de estar cercana de la impresora.

Un segundo punto (Figura 15) se encuentra en el área de café, espacio donde se genera una cantidad importante de residuos asociados al consumo de bebidas y alimentos, tales como vasos plásticos o de cartón, botellas de plástico y envases plásticos de alimentos, debido a la presencia de dispensadoras de agua/café, mesas y sillas destinadas al uso de los colaboradores.

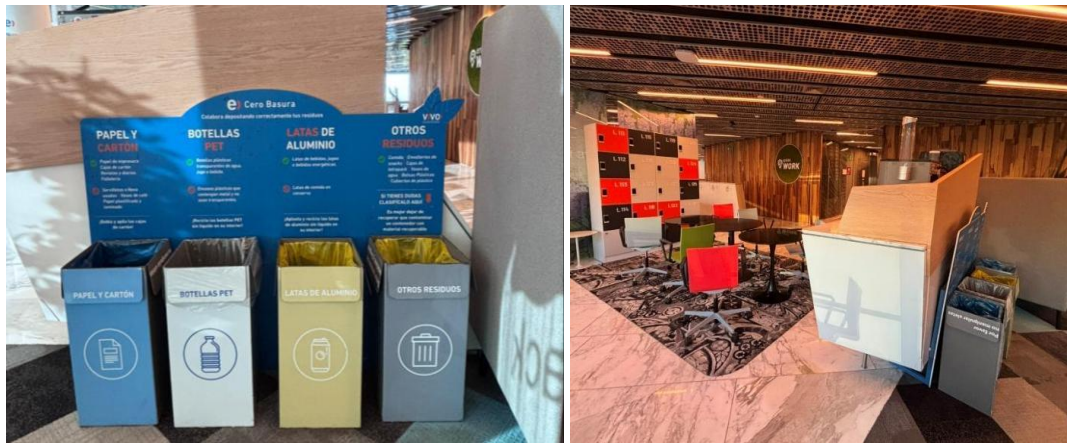


Figura 15. Punto limpio en el punto de café.

Finalmente, el tercer punto se ubica en el sector de máquinas expendedoras y lockers, área que concentra residuos provenientes del consumo de snacks y bebidas comercializados en las máquinas (Figura 16).



Figura 16. Punto limpio en área de vendedora/lockers.

Como se muestra en la Figura 17, las islas de reciclaje están habilitadas para la segregación de tres fracciones principales: papel y cartón, plásticos tipo PET y latas de aluminio.

- La fracción de papel y cartón considera únicamente materiales limpios, como papel de impresión, cajas de cartón sin contaminación, revistas, diarios y material publicitario.
- La fracción de plásticos PET se limita a botellas transparentes de agua, bebidas y jugos.
- La fracción de aluminio incluye latas de bebidas y energéticas.
- Adicionalmente, se dispone de un contenedor de rechazo para la disposición de aquellos residuos no recuperables.



Figura 17. Residuos permitidos y no permitidos en cada fracción de reciclaje.

3.3. Flujo General del Sistema de Reciclaje en el Edificio

FLUJO DE RESIDUOS



Figura 18. Flujo operativo del sistema de reciclaje implementado en el edificio (Elaboración propia).

El flujo general de reciclaje (Figura 18) comienza con la generación de residuos por parte de los colaboradores. Una vez consumidos o utilizados los materiales, son dispuestos por el usuario en los contenedores. En esta etapa se realiza la segregación en origen, mediante la separación de los residuos según la fracción correspondiente. Una vez completada esta etapa, la recolección interna es ejecutada por dos funcionarios dedicados exclusivamente al retiro de residuos reciclables, como se muestra en la Figura 19. Uno de ellos atiende los pisos 12 al 23, mientras que el segundo es responsable de los pisos inferiores al nivel 12.



Figura 19. Retiro de residuos reciclables durante la recolección interna.



Figura 20. Carro utilizado para la recolección interna de residuos reciclables.

Los residuos recolectados en carros especificados para el reciclaje (Figura 20) son trasladados a una sala de almacenamiento temporal (Figura 21), donde permanecen hasta ser retirados por un gestor autorizado encargado de su transporte y posterior valorización o tratamiento en instalaciones externas. El retiro externo es coordinado por el encargado del parque Titanium, y la recolección final está a cargo de la Municipalidad de Las Condes.

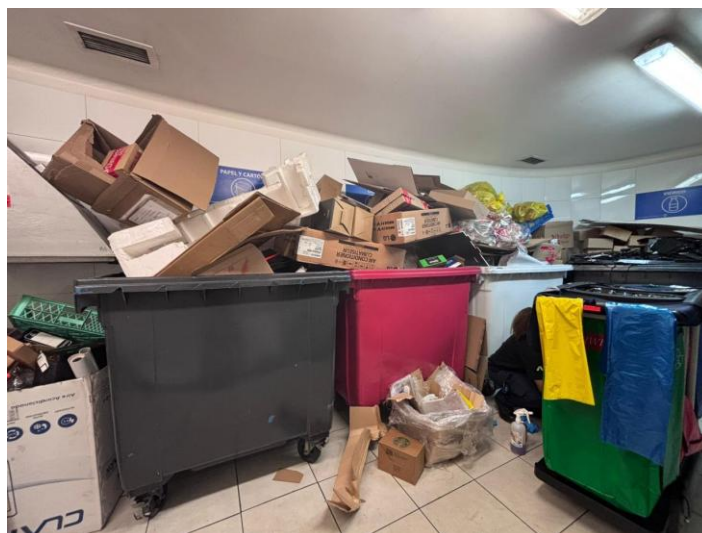


Figura 21. Sala de almacenamiento temporal.

3.4. Fuentes de generación

Durante el diagnóstico se identificó un uso significativo de vasos desechables provenientes de las dispensadoras de agua y café. Los vasos utilizados en las dispensadoras de agua corresponden a polipropileno (PP) desechable traslúcido de capacidad de 7oz (Figura 22), especificaciones Adjuntadas en el Anexo 1, mientras que los vasos utilizados en las dispensadoras de café son de papel compostable (Figura 23). Sin embargo, actualmente no cuentan con una gestión diferenciada que permita su recuperación.



Figura 22. Vasos de polipropileno (PP).



Figura 23. Vasos de papel compostable.



Figura 24. Dispensadoras de agua y café ubicadas en las áreas comunes del edificio.

Adicionalmente, se observó un importante consumo de almuerzos comercializados por un proveedor externo dentro de las instalaciones. Estos productos son distribuidos principalmente en envases tipo bowl de cartón Kraft (Figura 25), cuya composición específica no pudo ser determinada debido a la falta de información proporcionada por el proveedor, acompañados de tapas plásticas de PET, identificadas mediante el símbolo del triángulo de Möbius.



Figura 25. Envase tipo bowl de cartón kraft con tapa de PET.

También se generan residuos asociados al consumo de productos adquiridos en la vendedora, principalmente envases y embalajes, botellas plásticas de agua y bebidas, latas de bebidas y bebidas energéticas (Figura 26). Adicionalmente, se generan residuos derivados de alimentos traídos desde sus hogares, de comidas adquiridas en establecimientos externos.

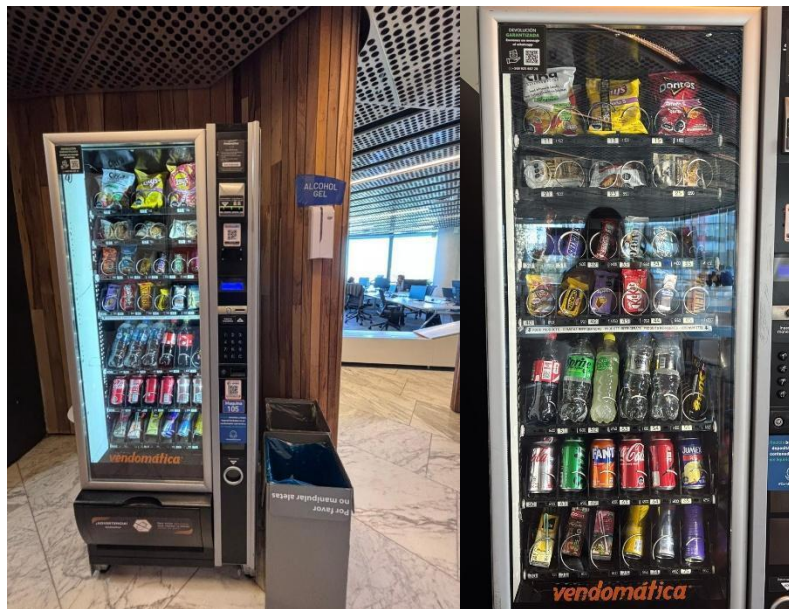


Figura 26. Máquinas expendedoras (vendedora) utilizadas por los colaboradores.

3.5. Cuantificación de residuos reciclables

En términos generales, los residuos generados se clasifican en dos grupos, como se muestra en la Tabla 3: materiales reciclables y materiales no reciclables. Durante el período evaluado, la mayor proporción corresponde a materiales no reciclables, con 52.949 kg/año (89%), mientras que los reciclables representan 6.381 kg/año (11%). Estos resultados muestran que solo una fracción menor de los residuos generados es recuperada mediante procesos de valorización.

Tabla 3. Generación de residuos según tipo de tratamiento (kg/año) (Elaboración propia).

Residuos	kg/ año	Área
No reciclables	52.949	Inmobiliaria
Reciclables	6.381	Inmobiliaria
Total	59.330	

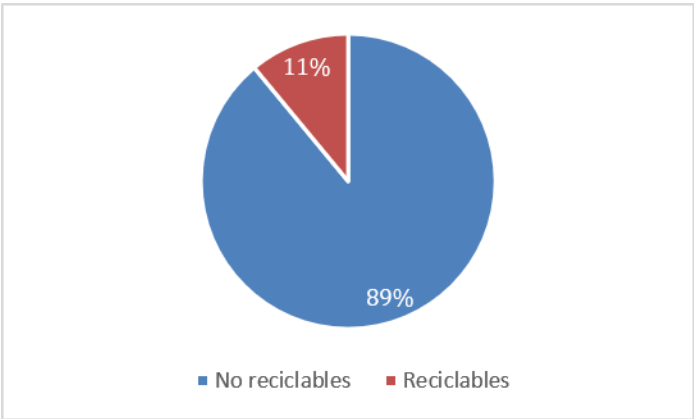


Figura 27. Distribución porcentual de residuos por tipo de tratamiento (2025)

En el desglose por tipo de residuo, se observa que el papel y cartón constituye la principal fracción reciclable, con un total de 4.414 kg/año (7%). Le siguen los plásticos PET con 1.213 kg/año (2%), los metales con 754 kg/año (1%), y finalmente los vidrios con 167 kg/año (0%). Por su parte, los residuos no reciclables continúan siendo la fracción predominante dentro del total generado.

Tabla 4. Composición de residuos generados por tipo (kg/año y porcentaje) (Elaboración propia).

Tipo	kg/ año	Composición porcentual de residuos (%)
Vidrio	167	0,28%
Papel y cartón	4.414	7,42%
Plásticos flexibles (PET)	1.213	2,04%
Metales	754	1,27%
Residuos generales	52.949	88,99%
Total	59.497	100%

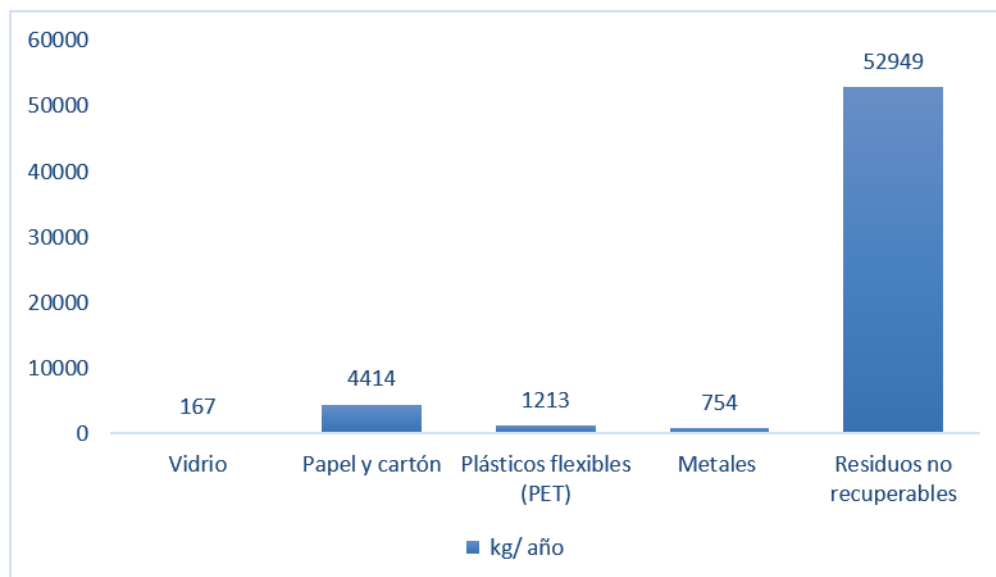


Figura 28. Generación de residuos operacionales por tipo (2025) (Elaboración propia).

Esta distribución evidencia que la valorización de materiales reciclables aún es limitada frente al volumen global de residuos, lo que plantea la necesidad de fortalecer la segregación en origen y optimizar la gestión interna. En consecuencia, se identifican oportunidades para implementar medidas y de esta manera aumentar las tasas de recuperación, estableciendo así una línea base clara del desempeño actual del sistema.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN

4.1. Análisis FODA

Con el propósito de complementar la evaluación del sistema de gestión de residuos implementado en el edificio corporativo, se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Esta herramienta de planificación estratégica permite identificar y analizar los factores internos y externos que influyen en el desempeño de una organización o de un sistema, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y la formulación de estrategias orientadas al cumplimiento de los objetivos establecidos.

En este contexto, las fortalezas y debilidades corresponden a factores internos, mientras que las oportunidades y amenazas representan factores externos que pueden favorecer o dificultar su desempeño y evolución.

La Figura 29 presenta la matriz FODA elaborada a partir de los antecedentes recopilados durante el diagnóstico, las observaciones realizadas en terreno y el análisis de brechas desarrollado previamente.

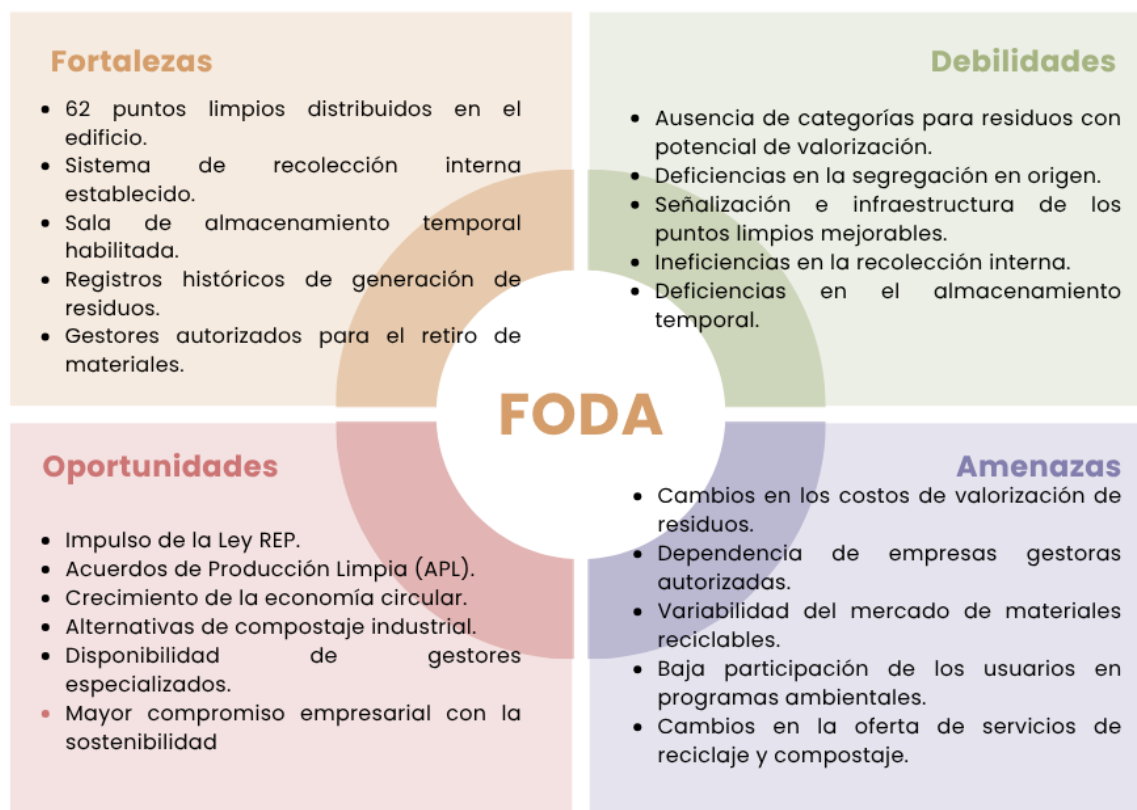


Figura 29. Matriz FODA del sistema de gestión de residuos del edificio corporativo (Elaboración propia).

4.1.1. Análisis de la matriz FODA

Una vez identificadas las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del sistema de gestión de residuos, se analizaron los principales factores identificados en cada componente de la matriz FODA con el propósito de definir líneas de acción orientadas a mejorar el desempeño del sistema. En este proceso, las fortalezas fueron consideradas como capacidades internas que pueden potenciarse; las debilidades, como aspectos que requieren intervención; las oportunidades, como condiciones externas que favorecen la implementación de mejoras; y las amenazas, como factores que deben ser mitigados para reducir su impacto sobre el funcionamiento del sistema.

A partir de este análisis de la matriz FODA, se definieron acciones propuestas para cada uno de sus componentes, orientadas a aprovechar las fortalezas, abordar las debilidades, aprovechar las oportunidades y mitigar las amenazas identificadas. Estas acciones constituyen la base para el desarrollo de las propuestas de optimización del sistema de gestión de residuos.

1. Acciones propuestas a partir de las fortalezas

- Aprovechar la infraestructura existente (62 puntos limpios, sala de almacenamiento, registros históricos).
- Usar los datos históricos para establecer indicadores de desempeño (KPIs) y medir mejoras.
- Fortalecer la relación con gestores autorizados para asegurar continuidad operativa.

2. Acciones propuestas a partir de las debilidades

- Rediseñar la señalética y codificación cromática conforme a la Norma NCh 3322:2013.
- Posibilidad de agregar nuevas categorías de segregación (vasos papel compostables, vasos polipropileno (PP)).
- Implementar capacitaciones periódicas para reducir contaminación cruzada.
- Mejorar la logística interna de recolección y el orden en la sala de almacenamiento.

3. Acciones propuestas a partir de las oportunidades

- Integrar corrientes de valorización como compostaje industrial.
- Aprovechar el marco normativo de la Ley REP y los APL para legitimar acciones.
- Establecer alianzas con gestores especializados y empresas con criterios ESG.

- Promover campañas internas de economía circular vinculadas a la estrategia corporativa.

4. Acciones propuestas a partir de las amenazas

- Diseñar planes de contingencia frente a variaciones de costos de valorización.
- Diversificar gestores externos para reducir dependencia.
- Monitorear el mercado de reciclables y ajustar contratos según fluctuaciones.
- Incentivar la participación de colaboradores mediante programas de sensibilización y recompensas.

4.1.2. Priorización de debilidades y amenazas

Con el propósito de focalizar las acciones de mejora en aquellos aspectos con mayor incidencia sobre el desempeño del sistema, las debilidades y amenazas identificadas en matriz FODA fueron priorizadas mediante un análisis basado en tres criterios: frecuencia de ocurrencia, impacto sobre el sistema y factibilidad de intervención.

La frecuencia de ocurrencia permitió identificar aquellos problemas que se presentan de manera recurrente durante la operación del sistema de gestión de residuos, clasificándolos según su nivel de frecuencia (alta, media o baja) y evidenciando la necesidad de abordarlos. Por su parte, el impacto sobre el sistema consideró el efecto que cada factor tiene sobre la eficiencia y el desempeño general del sistema. Finalmente, la factibilidad de intervención evaluó la posibilidad de implementar acciones correctivas considerando aspectos técnicos, operacionales y económicos, priorizando aquellas medidas que pudieran desarrollarse de manera realista dentro del contexto del edificio corporativo.

Los criterios utilizados para esta priorización se presentan en la Tabla 5, donde se describe el propósito de cada uno y su contribución al proceso de selección de los aspectos que requieren una evaluación más detallada.

Tabla 5. Criterios utilizados para la priorización de debilidades y amenazas (Elaboración propia).

Criterio	Descripción
Frecuencia de ocurrencia	Nivel de repetición con que el factor se presenta durante la operación del sistema de gestión de residuos.
Impacto sobre el sistema	Grado en que el factor afecta la segregación en origen, la recuperación de materiales reciclables y el desempeño general del sistema.
Factibilidad de intervención	Posibilidad de implementar acciones de mejora considerando aspectos técnicos, operacionales y económicos.

Con base en las debilidades y amenazas identificadas en la matriz FODA, se realizó una priorización utilizando los criterios de frecuencia de ocurrencia, impacto sobre el desempeño del sistema y factibilidad de intervención. La Tabla 6 presenta los resultados de este análisis, permitiendo identificar aquellas brechas que requieren una evaluación más detallada.

Para facilitar la comparación entre los distintos factores, se utilizó una escala cualitativa transformada en puntajes numéricos, asignando un valor de 3 a los factores con evaluación alta, 2 a los de evaluación media y 1 a los de evaluación baja. La definición de los criterios de evaluación y la descripción de la escala utilizada se presenta en el Anexo 5.

Tabla 6. Priorización de debilidades y amenazas identificadas en la matriz FODA (Elaboración propia).

Factor identificado	Frecuencia	Impacto	Factibilidad	Prioridad	Acción posterior
Deficiencias en la segregación en origen	3	3	3	9	Evaluación de la segregación en origen
Ineficiencias en la recolección interna	3	3	2	8	Evaluación de la recolección interna
Deficiencias en el almacenamiento temporal	3	2	3	8	Evaluación del almacenamiento temporal
Ausencia de categorías para residuos valorizables (PP y vasos compostables)	3	3	3	9	Evaluación del potencial de recuperación
Señalética e infraestructura mejorables	3	3	3	9	Evaluación en la infraestructura
Variabilidad de costos de valorización	2	2	1	5	Evaluación de los riesgos asociados a la valorización de materiales
Baja participación de colaboradores	3	3	1	7	Evaluación de la participación de los colaboradores en el sistema de reciclaje
Dependencia de gestores autorizados	1	3	1	5	Evaluación de la dependencia de gestores externos

Posteriormente, los puntajes obtenidos en cada criterio fueron sumados para determinar el nivel de prioridad de cada factor. En consecuencia, aquellos factores que alcanzaron un mayor puntaje total fueron considerados prioritarios para su análisis detallado, debido a que representan problemas de alta ocurrencia, generan un mayor impacto sobre el sistema de gestión de residuos y presentan mayores posibilidades de ser abordados mediante acciones de mejora.

4.2. Evaluación de los aspectos priorizados

4.2.1. Evaluación de la segregación en origen

Durante la evaluación se identificó que los vasos de polipropileno (PP) utilizados en las dispensadoras de agua, los vasos de papel compostable provenientes de las dispensadoras de café y las tapas de PET asociadas a los envases de almuerzo presentan una generación frecuente dentro del edificio. Frente a esto, el sistema actual no dispone de alternativas específicas para su segregación y recuperación, por lo que estos materiales son destinados a disposición final, desaprovechando su potencial de valorización y limitando la aplicación de los principios de la economía circular.

Por otro lado, se observó contaminación cruzada entre materiales debido a la presencia de envases con restos de alimentos y líquidos, situación que disminuye la calidad de las fracciones recuperadas. Como se muestra en la Figura 30, se identificó la disposición de vasos de café con contenido líquido en el contenedor destinado a papel y cartón, a pesar de que este material se encuentra expresamente excluido por la señalización del punto limpio. Esta práctica contamina la fracción recolectada y puede ocasionar el rechazo del contenido completo del contenedor durante su gestión posterior.



Figura 30. Disposición incorrecta de vasos de café en el contenedor de papel y cartón.

4.2.2. Evaluación en la infraestructura

Se evidenció un error común de segregación en los puntos limpios ubicados en el sector de vendeduría/lockers, asociado a la ausencia de placas informativas que indiquen de manera explícita los materiales permitidos en cada fracción como se observa en la Figura 31(a). Esta falta de señalización ha generado una disposición incorrecta de residuos, como se observa en la Figura 31(b), donde se encontraron envases de snacks en el contenedor destinado a botellas PET. Además, la identificación actual de los contenedores se limita al nombre y al símbolo ubicados en su parte inferior, prácticamente a la altura de los pies, lo que reduce la visibilidad para los usuarios y dificulta una correcta separación.



Figura 31. (a) Punto limpio sin panel informativo de clasificación de materiales. (b) Disposición incorrecta de un envase de snack.

Se observó que la codificación de colores utilizada no se ajusta a lo establecido en la NCh 3322:2013, los puntos limpios del edificio las fracciones presentan una identificación cromática diferente, lo que puede dificultar el reconocimiento visual. Asimismo, se evidenció la presencia de un exceso de información con baja jerarquía visual, un diseño gráfico desactualizado y la ausencia de categorías para residuos generados frecuentemente en el edificio. Si bien existe un contenedor destinado a botellas PET, este considera exclusivamente este tipo de envases y no incorpora otros residuos fabricados con el mismo material, como las tapas PET provenientes de los envases de almuerzo. Del mismo modo, los vasos de polipropileno (PP) utilizados en las dispensadoras de agua y los vasos compostables de café no cuentan actualmente con una alternativa de segregación específica, por lo que son destinados a la fracción de residuos no valorizables, todas estas brechas se ven de forma gráfica en la Figura 32.

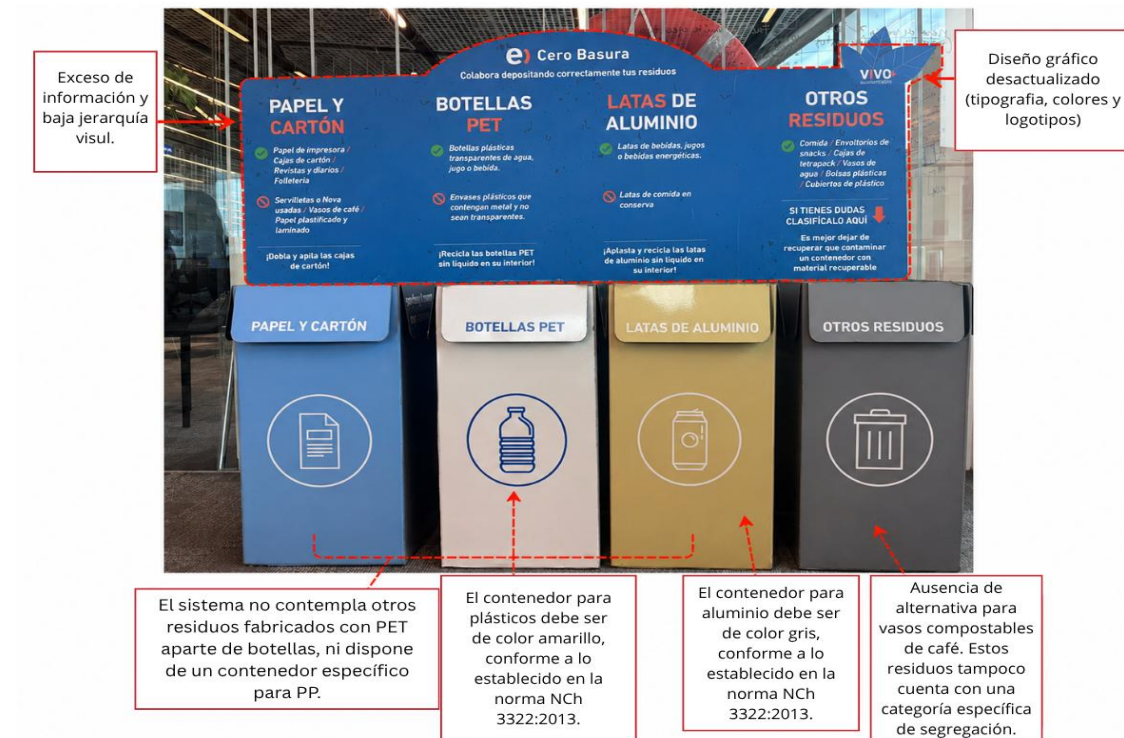


Figura 32. Identificación de deficiencias en la infraestructura y comunicación visual del punto de reciclaje.

4.2.3. Evaluación del potencial de recuperación

4.2.3.1. Potencial de valorización de los vasos de polipropileno (PP)

Con el propósito de evaluar el potencial de valorización asociado a la incorporación de una nueva corriente de reciclaje para los vasos de polipropileno (PP), se analizaron los registros internos de consumo de vasos utilizados en las dispensadoras de agua del edificio. De acuerdo con la información proporcionada por Entel y el proveedor del servicio, durante el año 2025 se consumieron aproximadamente 265.000 vasos de PP.

Para estimar la cantidad de material potencialmente recuperable se adoptó una tasa de recuperación del 60%, correspondiente a un escenario base de carácter conservador. Este supuesto considera las pérdidas asociadas al comportamiento de los usuarios durante la separación inicial, la contaminación de materiales y otras ineficiencias operacionales propias del sistema, evitando sobreestimar la capacidad de material efectivamente recuperable.

El cálculo de vasos potencialmente recuperables se realizó mediante la ecuación 1:

$$N_{rec} = N_{cons} \times TR \quad (1)$$

N_{rec} : Número de vasos potencialmente recuperados (vasos/año)

N_{cons} : Consumo anual de vasos (vasos/año)

TR: tasa de recuperación (%)

Al remplazar:

$$N_{rec} = 250.000 \frac{vasos}{año} \times 0,6 = 159.000 \frac{vasos}{año}$$

Para convertirlos a kilogramo se utilizó la fórmula 2:

$$M_{PP} = N_{rec} \times P_u \quad (2)$$

M_{PP} : Masa potencialmente recuperable (kg/año)

N_{rec} : Vasos recuperados (vasos/año)

P_u : Peso unitario del vaso (kg/vaso)

El peso de un vaso de polipropileno es de 1,62 g (0,00162kg), tenemos que:

$$M_{PP} = 159.000 \frac{vaso}{año} \times 0,00162 \frac{kg}{vaso}$$
$$M_{PP} = 257,58 \frac{kg}{año}$$

Bajo este escenario, se estima que podría recuperarse 159.000 vasos por año, equivalente a 257,58 kg/año de polipropileno, considerando un peso unitario de 1,62 g por vaso, determinado mediante pesaje directo de una muestra.

Actualmente, la fracción de plásticos recuperados en el edificio corresponde exclusivamente a botellas PET, alcanzando un total de 1.213 kg/año. La incorporación de tan solo los vasos PP permite incrementar esta fracción hasta 1.471 kg/año, para mostrar el aumento de la fracción se calcula de la siguiente forma:

$$\% Incremento = \frac{M_{nuevo} - M_{actual}}{M_{actual}} \times 100 \quad (3)$$

Remplazamos:

$$\% Incremento = \frac{1471 \frac{kg}{año} - 1213 \frac{kg}{año}}{1213 \frac{kg}{año}} \times 100 = 21\%$$

Esto representa un aumento aproximado del 21% respecto de la recuperación actual de materiales plásticos. La incorporación de una corriente específica para estos permitiría ampliar el alcance del sistema de reciclaje actualmente implementado. Esta medida es consistente con los principios y objetivos impulsados por los Acuerdos de Producción Limpia (APL), orientados a incrementar la valorización de residuos, optimizar el uso de los recursos y avanzar hacia modelos de producción y consumo más circulares.

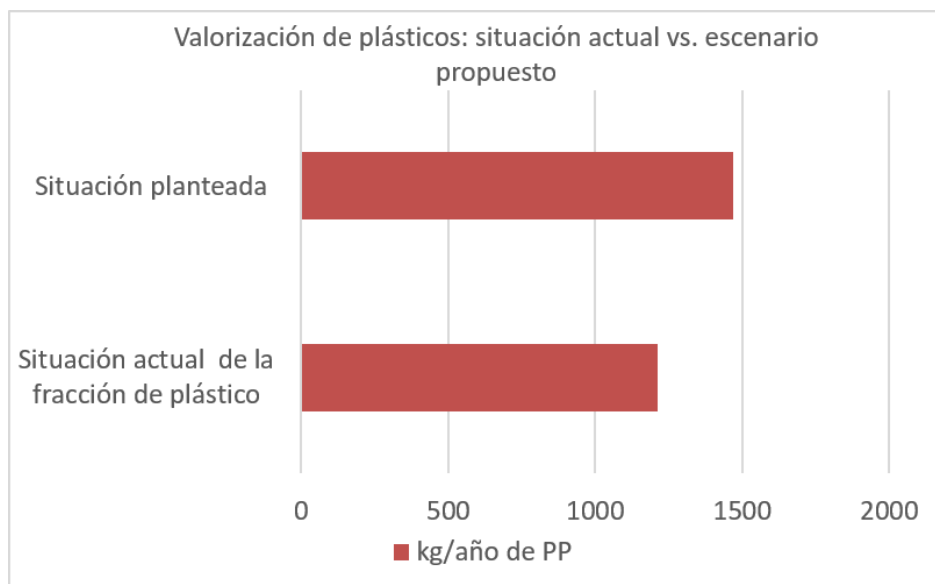


Figura 33. Comparación de la recuperación de plásticos antes y después de incorporar los vasos PP.

Por otra parte, el total de materiales reciclables recuperados aumentaría desde 6.548 kg/año hasta 6.806 kg/año, calculado con la misma fórmula anterior:

$$\% \text{ Incremento} = \frac{6.806 \frac{kg}{año} - 6.548 \frac{kg}{año}}{6.548 \frac{kg}{año}} \times 100 = 4\%$$

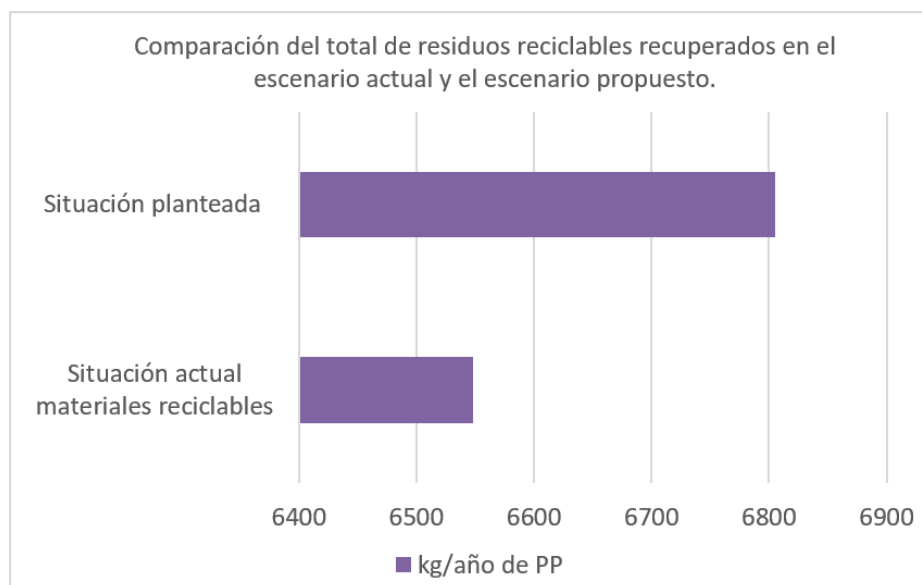


Figura 34. Comparación del total de materiales recuperados al incorporar la valorización de vasos pp compostables.

Esto equivale a un incremento cercano al 4% del total recuperado. Estos resultados evidencian que la implementación de una corriente específica para vasos de polipropileno constituye una oportunidad para mejorar el desempeño del sistema de gestión de residuos

del edificio, incrementando la recuperación de materiales sin modificar significativamente la infraestructura existente.

4.2.3.2. Potencial de valorización de los vasos de papel compostable

A diferencia de los vasos de polipropileno (PP), los vasos utilizados en las dispensadoras de café corresponden a vasos de papel compostable, los cuales cuentan con autorización para ser valorizados mediante compostaje industrial. De acuerdo con la información proporcionada por el proveedor del servicio, durante el año 2025 se consumieron aproximadamente 233.901 vasos en el edificio.

Si bien este tipo de vaso posee una alternativa de valorización, actualmente no existe un sistema de segregación que permita su recuperación y envío a una planta de compostaje industrial. En consecuencia, la totalidad de estos residuos es dispuesta junto con los residuos no recuperables, impidiendo que el material complete el ciclo para el cual fue diseñado y desaprovechando su potencial de valorización.

Para estimar la cantidad de material potencialmente recuperable, se adoptó la misma tasa de recuperación del 60%, correspondiente a un escenario base de carácter conservador, considerando las pérdidas asociadas a la segregación en origen, la contaminación de materiales y otras ineficiencias operacionales del sistema.

El cálculo del número de vasos potencialmente recuperables se realizó mediante la ecuación 1:

$$N_{rec} = 233.901 \frac{\text{vasos}}{\text{año}} \times 0,6 = 140.341 \frac{\text{vasos}}{\text{año}}$$

Para convertir esta cantidad a masa, se consideró un peso de 4,97 g (0,00497kg) por vaso, se obtiene usando la fórmula 2:

$$M_{pp} = 140.341 \frac{\text{vaso}}{\text{año}} \times 0,00497 \frac{\text{kg}}{\text{vaso}} = 697,5 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Por lo tanto, bajo el escenario evaluado podrían recuperarse aproximadamente 140.341 vasos por año, equivalentes a 697,5 kg/año de material compostable. En consecuencia, el total de materiales recuperados aumentaría desde 6.548 kg/año hasta 7.245,5 kg/año, considerando la incorporación de esta nueva fracción al sistema de gestión de residuos.

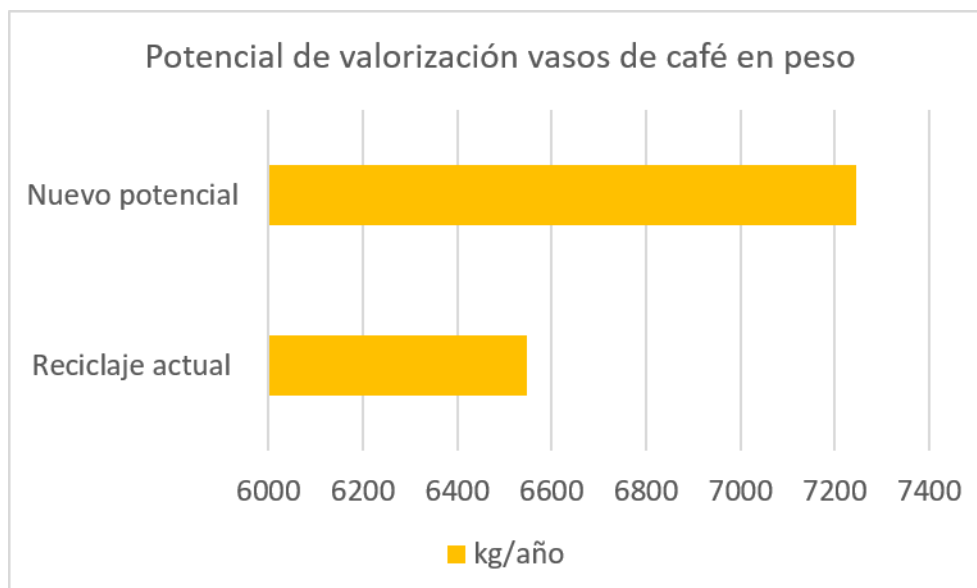


Figura 35. Comparación del total de materiales recuperados al incorporar la valorización de vasos de café compostables.

Aplicando la Ecuación 3 para determinar el incremento porcentual del total de materiales recuperados, se obtiene:

$$\% \text{ Incremento} = \frac{7246 \frac{\text{kg}}{\text{año}} - 6.548 \frac{\text{kg}}{\text{año}}}{6.548 \frac{\text{kg}}{\text{año}}} \times 100 = 11\%$$

Lo anterior representa un incremento aproximado del 11% en el total de materiales recuperados respecto de la situación actual. Estos resultados evidencian que los vasos de papel compostable constituyen una fracción con potencial de valorización que actualmente no es aprovechada, pese a contar con autorización para su tratamiento mediante compostaje industrial. En consecuencia, esta situación pone de manifiesto una oportunidad de mejora en la gestión de residuos del edificio, la cual será abordada mediante la evaluación de alternativas técnicas orientadas a disminuir su disposición final.

4.2.4. Evaluación de la recolección interna

Durante la recolección interna se evidenció la necesidad de reclasificar residuos previamente segregados, generando reprocesos operacionales y dificultando la trazabilidad de los materiales. También, se observó situaciones de mezcla de fracciones durante el transporte interno, lo que disminuye la efectividad de la segregación realizada por los usuarios. Finalmente, se identificó un recambio frecuente de bolsas motivado por criterios de limpieza e higiene, incrementando el consumo de plástico y la generación de residuos asociados.

4.2.5. Evaluación del almacenamiento temporal

En la sala de almacenamiento temporal se observó acumulación y disposición desordenada de residuos en algunos contenedores, así como la presencia de materiales no reciclables,

tales como plumavit y bandejas plásticas que no correspondían a PET. Además, se evidenció un uso inadecuado de algunos contenedores debido a la mezcla de distintas fracciones de residuos. Se constató además que las cajas de cartón no son plegadas antes de su almacenamiento, lo que incrementa el volumen ocupado y provoca la utilización de contenedores destinados a otras fracciones reciclables. Finalmente, se observó que la señalización existente no siempre se reflejaba en las prácticas operativas, generando inconsistencias entre el procedimiento establecido y la gestión real de los residuos, las condiciones ya mencionadas se observan en la Figura 36.



Figura 36. Condiciones observadas en la sala de almacenamiento temporal de residuos reciclables.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

La propuesta de optimización tiene como propósito fortalecer el sistema de gestión de residuos del edificio corporativo mediante la implementación de medidas orientadas a incrementar la recuperación de materiales, mejorar la calidad de la segregación en origen y promover prácticas de consumo y disposición más sostenibles. Para ello, se plantean acciones preventivas destinadas a reducir la generación de residuos, junto con medidas orientadas a optimizar la infraestructura existente e incorporar nuevas fracciones valorizables al sistema de gestión.

En concordancia con los lineamientos de la Guía Cero Residuos a Eliminación del Acuerdo de Producción Limpia (APL), este capítulo desarrolla la etapa correspondiente al plan de acción y seguimiento, mediante la formulación de medidas destinadas a abordar las brechas identificadas durante el diagnóstico y la evaluación del sistema. Las acciones propuestas fueron diseñadas considerando su viabilidad técnica, operacional y económica, con el objetivo de fortalecer el desempeño del sistema y contribuir al cumplimiento de las metas de sostenibilidad de la organización.

Con el fin de seleccionar las medidas con mayor potencial de implementación, las alternativas fueron evaluadas mediante un análisis multicriterio, basado en aspectos técnicos, operacionales, económicos y ambientales. Este análisis permitió comparar las distintas opciones identificadas durante la etapa de evaluación, considerando tanto su contribución al incremento de la valorización de residuos como su factibilidad de implementación en las condiciones operacionales del edificio corporativo de Entel. Los criterios utilizados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Criterios utilizados para la priorización de las propuestas de mejora (Elaboración propia).

Criterio	Descripción
Impacto ambiental	Potencial de incremento en la valorización de residuos y reducción de materiales destinados a disposición final.
Factibilidad técnica	Viabilidad de implementación desde el punto de vista técnico, considerando la disponibilidad de tecnologías, materiales y servicios.
Factibilidad operacional	Compatibilidad de la propuesta con el funcionamiento actual del sistema de gestión de residuos y con las actividades desarrolladas en el edificio.
Factibilidad económica	Nivel de inversión requerido para su implementación y mantención.
Compatibilidad con la infraestructura existente	Grado en que la propuesta puede implementarse aprovechando la infraestructura y los recursos actualmente disponibles.

5.1. Optimización de la recuperación de residuos de polipropileno (PP)

Durante la etapa de evaluación se identificó que los vasos de polipropileno (PP) utilizados en las dispensadoras de agua constituyen una de las principales corrientes de residuos plásticos generadas diariamente en el edificio. Sin embargo, el sistema actual de gestión no contempla una alternativa para su segregación y valorización, por lo que la totalidad de estos residuos es destinada a disposición final.

De acuerdo con los antecedentes recopilados, durante el año 2025 se consumieron aproximadamente 265.000 vasos de polipropileno (PP) en las dispensadoras de agua del edificio. Considerando un peso unitario promedio de 1,62 g por vaso, se estima una generación anual de 429,3 kg de este material. Asimismo, el análisis de potencial de valorización realizado en la etapa de evaluación, bajo un escenario conservador con una tasa de recuperación del 60%, indicó que podrían recuperarse aproximadamente 318 kg/año de polipropileno, lo que representa una oportunidad significativa para incrementar la recuperación de materiales plásticos.

De acuerdo con el análisis realizado, la valorización de esta fracción permitiría incrementar en aproximadamente un 26% la cantidad de materiales plásticos recuperados respecto de la situación actual y aumentar en torno a un 5% el total de materiales valorizados por el sistema. De igual forma, esta medida favorece la transición hacia un modelo de economía circular al reincorporar una corriente de residuos que actualmente es destinada a

disposición final, contribuyendo además al cumplimiento de los objetivos institucionales de sostenibilidad y a la optimización del desempeño ambiental del edificio.

5.1.1. Alternativas de mejora

Con el propósito de incrementar la recuperación de vasos de polipropileno (PP) generados en las dispensadoras de agua, se analizaron distintas alternativas de implementación, considerando criterios de factibilidad técnica, operacional y económica. Las alternativas evaluadas se describen a continuación:

Alternativa 1. Incorporación de un contenedor exclusivo para vasos de polipropileno (PP)

Esta alternativa consiste en incorporar una nueva corriente de segregación destinada exclusivamente a polipropileno. Para ello, se propone habilitar un contenedor específico dentro de los puntos limpios existentes, permitiendo que estos residuos sean separados en origen y posteriormente incluidos al proceso habitual de recolección interna y almacenamiento temporal previo a su valorización por un gestor autorizado.

Su implementación requiere la integración de un contenedor exclusivo para esta fracción, la actualización de la señalética de los puntos limpios para incluir la nueva categoría y el desarrollo de acciones de difusión dirigidas a los colaboradores con el fin de favorecer una correcta segregación.

Entre las principales ventajas de esta alternativa destaca su baja inversión inicial, la posibilidad de aprovechar la infraestructura actualmente existente y la facilidad de implementación, ya que no requiere modificaciones significativas en el sistema de recolección interna. No obstante, su efectividad depende directamente de la participación de los usuarios y de la correcta separación de los vasos en el contenedor correspondiente, por lo que será necesario complementar la medida con acciones de educación ambiental.

Considerando estos antecedentes, esta alternativa presenta una alta factibilidad de implementación, debido a que puede integrarse al sistema actual con modificaciones operacionales mínimas y un bajo costo de inversión.

Alternativa 2. Sustitución de vasos de polipropileno por vasos de PET

La segunda alternativa consiste en reemplazar los vasos de polipropileno actualmente utilizados por vasos fabricados en PET, material que ya cuenta con una corriente de reciclaje dentro del sistema de gestión de residuos del edificio. No obstante, para implementar esta alternativa sería necesario ampliar la fracción actualmente destinada a botellas PET, incorporando otros envases elaborados con el mismo material, como los vasos PET. De esta forma, sería posible aprovechar una única corriente para distintos tipos de residuos fabricados con PET, optimizando su recuperación y simplificando la gestión de este tipo de materiales.

Para su implementación sería necesario modificar el proceso de abastecimiento de las dispensadoras de agua y gestionar la adquisición de un nuevo tipo de vaso. Sin embargo, durante el desarrollo de esta investigación se constató que el proveedor actualmente

contratado, no dispone de vasos fabricados en PET, por lo que la implementación de esta alternativa requeriría evaluar un cambio de proveedor o iniciar un nuevo proceso de adquisición.

Entre sus principales ventajas se encuentra el aprovechamiento de una corriente de reciclaje ya existente, simplificando la segregación de este material. No obstante, esta alternativa implica una mayor complejidad administrativa y contractual, además de depender de la disponibilidad de proveedores que ofrezcan este tipo de producto.

En consecuencia, esta alternativa presenta una factibilidad media, ya que, si bien técnicamente es viable, su implementación depende de factores externos asociados al abastecimiento y a la gestión de proveedores.

Alternativa 3. Prevención mediante el uso de botellas o vasos reutilizables

La tercera alternativa busca abordar el problema desde un enfoque preventivo, promoviendo la reducción de residuos en su origen mediante el uso de botellas o vasos reutilizables por parte de los colaboradores. Esta medida se alinea con la jerarquía en la gestión de residuos, privilegiando la prevención por sobre el reciclaje y otras formas de valorización.

Su implementación requiere el desarrollo de campañas de sensibilización ambiental, acciones de comunicación interna e iniciativas que incentiven el uso de recipientes reutilizables en reemplazo de los vasos desechables disponibles en las dispensadoras de agua.

La principal ventaja de esta alternativa es la disminución directa en la generación de residuos, reduciendo la necesidad de gestionar posteriormente estos materiales. Sin embargo, su éxito depende del compromiso y cambio de hábitos de los colaboradores, por lo que los resultados pueden variar según el nivel de participación alcanzado.

Por esta razón, esta alternativa presenta una factibilidad media, ya que, aunque requiere una inversión relativamente baja, su efectividad está condicionada principalmente por factores conductuales y culturales de los usuarios.

5.1.2. Comparación de alternativas para la gestión de vasos PP

Con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada para optimizar la gestión de los vasos de polipropileno (PP), las opciones propuestas fueron evaluadas considerando los criterios de priorización definidos en la Tabla 7. La comparación incorporó aspectos ambientales, técnicos, operacionales y económicos, además de la posibilidad de implementar cada alternativa utilizando la infraestructura actualmente disponible en el edificio. En cada criterio, la categoría “Alta” corresponde a una condición favorable para la alternativa evaluada, “Media” a una condición intermedia y “Baja” a una condición menos favorable. La definición específica de cada nivel según el criterio evaluado se presenta en el Anexo 6. La Tabla 8 presenta la evaluación cualitativa de las alternativas analizadas.

**Tabla 8. Evaluación comparativa de las alternativas para la gestión de vasos de polipropileno (PP)
(Elaboración propia).**

Criterio	Contenedor exclusivo PP	Cambio a vasos PET	Botellas reutilizables
Impacto ambiental	Alto	Alto	Muy alto
Factibilidad técnica	Alta	Media	Media
Factibilidad operacional	Alta	Media	Media
Factibilidad económica	Alta	Baja	Media
Compatibilidad con la infraestructura existente	Alta	Media	Alta
Posibilidad de implementación	Alta	Media	Media

En función de los criterios analizados, se propone como alternativa prioritaria la incorporación de una corriente exclusiva para materiales de polipropileno, debido a que presenta el mejor equilibrio entre impacto ambiental, factibilidad técnica, facilidad de implementación y compatibilidad con la infraestructura existente. Sin perjuicio de ello, se recomienda evaluar en el mediano plazo iniciativas orientadas a la prevención en origen, como la promoción del uso de recipientes reutilizables, las cuales podrían complementar la estrategia de valorización propuesta y contribuir a una reducción progresiva en la generación de residuos desechables.

5.2. Optimización de la infraestructura y comunicación de los puntos limpios

Durante la etapa de evaluación se identificaron deficiencias en la infraestructura y la comunicación visual de los puntos limpios que limitan la segregación en origen y la recuperación de materiales. Entre las principales brechas se encuentran una señalética con baja jerarquía visual, el uso de colores no alineados con la NCh 3322:2013, un diseño gráfico desactualizado y la ausencia de categorías para fracciones generadas de forma recurrente en el edificio, como los vasos de polipropileno (PP), otros envases de este material y las tapas de envases de almuerzos.

En respuesta a estas brechas, se propone el rediseño de los puntos limpios mediante la actualización de la señalética y de la infraestructura de segregación, incorporando nuevas categorías de residuos y criterios de diseño basados en la estandarización, la jerarquía visual y la identificación de materiales. Con ello se busca mejorar la segregación en origen e incrementar la recuperación de materiales valorizables.

5.2.1. Propuesta de rediseño

La propuesta considera mejorar tanto la infraestructura como la comunicación visual, manteniendo la identidad corporativa de Entel y criterios de diseño que favorecen una lectura rápida e intuitiva. El rebranding de muestra a continuación en la Figura 37.



Figura 37. Propuesta de rediseño de los puntos limpios del edificio corporativo.

Las principales modificaciones corresponden a las siguientes:

1. Actualización de la paleta de colores: Se estandarizó la codificación cromática de las fracciones de residuos de acuerdo con la NCh 3322:2013, reemplazando la identificación visual existente por una distribución de colores consistente con la normativa. Esta modificación mejora la identificación de las fracciones y favorece la segregación en origen.
2. Mayor jerarquía visual de la información: Se reorganizó el contenido de la señalética priorizando, en primer lugar, el nombre de la fracción reciclable, seguido por ejemplos de residuos que sí pueden depositarse, aquellos que no correspondan y una recomendación específica para su correcta disposición. Esta estructura facilita una lectura rápida y reduce la sobre carga de información presente en la señalética actual.
3. Incorporación de un contenedor exclusivo para plásticos PP: Se propone incorporar una fracción específica para residuos de polipropileno (PP), en respuesta a la generación recurrente de este material en el edificio, principalmente asociada a los vasos utilizados en los dispensadores de agua. Esta modificación permitirá incorporar esta corriente al sistema de segregación, incrementando su recuperación y evitando su disposición junto con los residuos no reciclables.

4. Incorporación de los códigos de identificación Möbius: Se incorporó el símbolo internacional de reciclaje acompañado por el número identificador del polímero plástico (N.º 1 para PET y N.º 5 para PP). Asimismo, en la señalética se incluye una referencia para que los colaboradores identifiquen dicho número en los envases antes de depositarlos, fortaleciendo la correcta clasificación de los residuos.
5. Actualización del diseño gráfico: La propuesta contempla una renovación de la gráfica utilizando una estética más moderna y alineada con la identidad visual corporativa de Entel. Se emplearon íconos de mayor tamaño, tipografía de mejor legibilidad y una distribución equilibrada de los elementos gráficos, facilitando la identificación de cada fracción incluso a distancia.
6. Simplificación de la información: Se redujo la cantidad de texto presente en la señalética mediante mensajes breves y ejemplos concretos de residuos permitidos y no permitidos. Adicionalmente, se incorporaron recomendaciones simples, como limpiar los envases, retirar residuos de alimentos, doblar cajas o identificar el número del plástico, permitiendo que las instrucciones sean comprendidas de forma rápida sin afectar la claridad del mensaje.

En conjunto, estas modificaciones buscan fortalecer la segregación en origen, disminuir la contaminación entre fracciones reciclables y facilitar el uso de los puntos limpios por parte de los colaboradores, contribuyendo al aumento de la recuperación de materiales valorizables dentro del edificio corporativo.

5.2.2. Evaluación de la propuesta de rediseño de los puntos limpios

Con el propósito de evaluar la factibilidad de la propuesta de rediseño de los puntos limpios, esta fue analizada utilizando los criterios de priorización definidos en la Tabla 7 y Anexo 6. La evaluación considera el desempeño esperado de la propuesta en comparación con el sistema actualmente implementado.

**Tabla 9. Comparación entre el sistema actual y la propuesta de rediseño de los puntos limpios
(Elaboración propia).**

Criterio	Sistema actual	Rebranding
Impacto ambiental	Medio	Alto
Factibilidad técnica	Media	Alta
Factibilidad operacional	Media	Alta
Factibilidad económica	-	Alta
Compatibilidad con la infraestructura existente	-	Alta

Como se observa en la Tabla 9, la propuesta de rediseño presenta un mejor desempeño respecto del sistema actual en la mayoría de los criterios evaluados. En relación con la factibilidad técnica y operacional, la propuesta presenta una evaluación alta debido a que aprovecha la infraestructura existente y requiere únicamente la actualización de la señalética y la incorporación de un contenedor adicional para residuos del PP, sin modificar el sistema de recolección interna ni el flujo operativo actualmente implementado. Asimismo, desde el punto de vista económico, la intervención demanda una inversión acotada, asociada principalmente al rediseño gráfico, fabricación de la nueva señalética y adquisición del contenedor adicional, lo que favorece su implementación.

5.3. Estrategia para reducir la generación de vasos de papel para café

Durante la etapa de evaluación se identificó que los vasos de papel compostables utilizados en las dispensadoras de café constituyen una de las principales corrientes, su generación es diaria en todo el edificio. Si bien estos productos cuentan con certificación para su valorización mediante compostaje industrial, actualmente el sistema de gestión de residuos no dispone de una estrategia que permita su segregación y tratamiento diferenciado, por lo que la totalidad de estos residuos es destinada a disposición final.

De acuerdo con los registros de consumo proporcionados por la organización y proveedores, durante el año 2025 se utilizaron aproximadamente 233.901 vasos de papel compostable. Considerando un peso unitario promedio de 4,97 g por vaso, esta corriente representa una generación estimada de 1.1162,5 kg/año de material compostable. Asimismo, el análisis de potencial de valorización realizado en la etapa de evaluación, bajo un escenario conservador con una tasa de recuperación del 60%, indicó que podrían recuperarse aproximadamente 697,5 kg/año, equivalente a 140.341 vasos destinados a proceso de compostaje en lugar de vertederos.

La incorporación de una estrategia específica para la gestión de esta corriente representa una oportunidad para reducir la cantidad de residuos enviados a eliminación y aprovechar un material que actualmente posee una alternativa de valorización disponible. De acuerdo con el análisis desarrollado en el capítulo anterior, la recuperación de estos vasos permitirá incrementar aproximadamente en un 11% el total de materiales recuperados. En este contexto, resulta pertinente evaluar alternativas que permitan aprovechar este potencial, considerando estrategias de prevención en la generación o alternativas de valorización.

5.3.1. Alternativa A. Piloto de tazones

5.3.1.1. Descripción de la propuesta

La primera alternativa corresponde a la implementación de un plan piloto basado en el uso de tazones reutilizables, cuyo propósito es eliminar la generación de vasos desechables utilizados en las dispensadoras de café. A diferencia de las estrategias orientadas a la valorización de residuos, esta propuesta aborda el problema desde la prevención en origen, principio que ocupa el nivel más alto en la jerarquía para la gestión de residuos.

La iniciativa considera desarrollar un piloto en un sector representativo del edificio corporativo, con el propósito de evaluar su aceptación por parte de los colaboradores, identificar oportunidades de mejora y analizar la factibilidad de extender posteriormente la medida al resto del edificio.

5.3.1.2. Diseño piloto

Para la implementación del piloto se seleccionó el piso 4 del edificio corporativo, el cual alberga aproximadamente 101 colaboradores. La elección de este nivel respondió, por una parte, a que corresponde al piso donde se ubica la Subgerencia de Inmobiliaria, área responsable de la administración del edificio y de la gestión de los recursos asociados a este tipo de iniciativas. En este contexto, la participación directa del área encargada de evaluar la factibilidad técnica, operacional y económica de la propuesta facilita el seguimiento del piloto y la toma de decisiones respecto a un eventual escalamiento al resto del edificio. Por otra parte, el número de colaboradores presentes en este piso constituye una muestra suficientemente representativa para evaluar la aceptación de la iniciativa, identificar oportunidades de mejora y medir su desempeño antes de una implementación a mayor escala.

Con el objetivo de asegurar la disponibilidad de recipientes reutilizables para todos los participantes y disponer de unidades adicionales frente a pérdidas o llegada de visitas, se consideró la adquisición de 110 tazones reutilizables.

Tabla 10. Características generales del plan piloto de tazones reutilizables (Elaboración propia).

Parámetro	Valor
Piso seleccionado	4
Colaboradores	101
Tazones adquiridos	110
Margen de reposición	9

5.3.1.3. Diseño del tazón reutilizable

Como parte de la estrategia de comunicación se elaboró un diseño personalizado con la identidad gráfica de Entel para estampar en los tazones. El diseño incorpora la mascota institucional "Entelín" caracterizada como agente ambiental, acompañada de mensajes orientados a promover la reducción de residuos y el uso de elementos reutilizables.

El diseño fue desarrollado considerando criterios de comunicación ambiental y posteriormente aprobado por el área de Marketing de la organización para su utilización durante el piloto.



Figura 38. Diseño gráfico de la mascota "Entelín" para el plan piloto de tazones reutilizables (Elaboración propia).

5.3.1.4. Activación de lanzamiento

La implementación del plan piloto requiere, además de la entrega de los tazones reutilizables, una estrategia de sensibilización que favorezca la participación de los colaboradores y promueva la adopción de nuevos hábitos de consumo. En este contexto, se propone desarrollar una jornada de lanzamiento orientada a presentar la iniciativa, comunicar sus objetivos ambientales y reforzar conceptos relacionados con la correcta gestión de residuos dentro del edificio.

La actividad busca generar un primer acercamiento de los colaboradores al piloto, incentivando el uso de los tazones reutilizables y fortaleciendo el conocimiento sobre la correcta segregación de residuos mediante una metodología participativa.

Desarrollo de la actividad

La jornada de lanzamiento contempla las siguientes actividades:

1. Presentación de los objetivos del plan piloto y de sus beneficios ambientales.
2. Entrega de los tazones reutilizables a los colaboradores del piso 4.
3. Explicación del funcionamiento de la iniciativa y de las acciones esperadas por parte de los participantes.
4. Desarrollo de una actividad socioeducativa mediante una ruleta interactiva.
5. Entrega de premios a quienes respondan correctamente las preguntas planteadas.

La combinación de estas acciones busca facilitar la incorporación del piloto a la rutina diaria de los colaboradores y aumentar el compromiso con la reducción de residuos de un solo uso.

Actividad educativa

Como mecanismo para reforzar la comunicación ambiental, se propone incorporar una ruleta interactiva con preguntas relacionadas con la correcta segregación de residuos, identificación de materiales reciclables y conceptos básicos de economía circular.

Esta dinámica tiene como finalidad transformar la instancia de lanzamiento en una experiencia participativa, permitiendo evaluar de manera rápida los conocimientos de los colaboradores y reforzar aquellos aspectos donde se detecten mayores dificultades.

Asimismo, la entrega de pequeños incentivos a quienes respondan correctamente tiene por finalidad fomentar la participación de los colaboradores y generar una experiencia positiva durante la actividad, favoreciendo una mayor adherencia a la iniciativa. En la Tabla 11 se presentan las preguntas consideradas para la ruleta educativa y el objetivo de aprendizaje asociado a cada una de ellas, mientras que el detalle de las preguntas junto con sus respectivas alternativas de respuesta se incluye en el Anexo 3.

Tabla 11. Objetivos de las preguntas consideradas en la ruleta educativa (Elaboración propia).

Pregunta	Objetivo de aprendizaje
¿Qué residuo NO debe depositarse en papel y cartón?	Reforzar la identificación de residuos que generan contaminación cruzada.
¿Qué tipo de botellas pueden depositarse en el contenedor PET?	Fortalecer la correcta segregación de envases plásticos.
¿Qué información debe revisarse en un envase plástico antes de reciclarlo?	Promover el reconocimiento de la simbología Möbius y la identificación del tipo de plástico.
¿Qué residuos corresponden a la fracción "Otros residuos"?	Disminuir errores de clasificación en los puntos limpios.
¿Qué ocurre cuando un residuo reciclable contiene restos de alimentos?	Sensibilizar sobre los efectos de la contaminación de materiales valorizables.
¿Qué acción contribuye de mejor manera al reciclaje dentro de la oficina?	Promover hábitos adecuados de segregación en origen.



Figura 39. Actividad propuesta para el lanzamiento del plan piloto de tazones reutilizables.

Por otro lado, se desarrolló una estrategia de comunicación visual compuesta por diversos materiales de apoyo. Estos recursos tienen como finalidad informar a los colaboradores sobre la iniciativa, recordar el uso de los tazones reutilizables durante la jornada laboral y fortalecer el mensaje de reducción de residuos de un solo uso mediante elementos gráficos alineados con la identidad corporativa de Entel.

Como parte de la estrategia de comunicación se diseñó un afiche informativo (Figura 42), con el propósito de difundir la realización del plan piloto y sensibilizar a los colaboradores respecto a la importancia de reemplazar los vasos desechables por tazones reutilizables. El material incorpora mensajes breves y elementos gráficos alineados con la identidad corporativa de Entel.



Menos residuos, más conciencia:

Hoy cambiamos el hábito.

Cada taza reutilizable
cuenta para **reducir**
nuestro impacto.

#ConcienciaEnTodas



Figura 42. Afiche informativo activación piloto.

El afiche será instalado en sectores estratégicos del piso, principalmente en las cercanías de las dispensadoras de café y en otras áreas de alta circulación de colaboradores, con el fin de recordar la iniciativa durante su período de implementación y reforzar el mensaje de prevención en la generación de residuos de un solo uso.

Por otro lado, con el propósito de evaluar la percepción de los colaboradores respecto de la implementación del piloto e identificar oportunidades de mejora antes de un eventual escalamiento al resto del edificio, se propone aplicar una encuesta de satisfacción al finalizar el período de evaluación. Esta encuesta será difundida mediante correo electrónico institucional, invitando a los participantes a responder un cuestionario breve, cuya duración estimada es inferior a dos minutos.

La información recopilada permitirá conocer el nivel de aceptación de la iniciativa, evaluar la experiencia de uso de los tazones reutilizables e identificar aspectos susceptibles de mejora para fortalecer futuras implementaciones. De esta manera, los resultados constituirán un insumo para determinar la factibilidad de extender el programa al resto de los pisos del edificio corporativo.

La Figura 40 presenta el diseño propuesto del correo electrónico utilizado para invitar a los colaboradores a participar en la encuesta de satisfacción.



Figura 40. Correo electrónico propuesto para la difusión de la encuesta de satisfacción del piloto de tazones reutilizables.

Las preguntas fueron diseñadas para evaluar distintos aspectos relacionados con la aceptación de la iniciativa, la experiencia de uso, la percepción ambiental y las oportunidades de mejora identificadas por los propios colaboradores, la Tabla 12 muestra las preguntas tipo de la encuesta de satisfacción:

Tabla 12. Preguntas consideradas en la encuesta de satisfacción del piloto de tazones reutilizables (Elaboración propia).

Pregunta	Opciones de respuesta	Objetivo
1. En tu día a día en la oficina, ¿qué tan cómodo te ha resultado cambiar los vasos desechables por tu tazón reutilizable?	Muy cómodo / Cómodo / Indiferente / Incómodo	Evaluar la facilidad de adaptación de los colaboradores al uso del tazón reutilizable.
2. ¿Qué tan relevante consideras esta iniciativa para promover hábitos más sostenibles en el lugar de trabajo?	Muy relevante / Relevante / Poco relevante / Nada relevante	Conocer la percepción de los colaboradores respecto al aporte ambiental de la iniciativa.
3. En general, ¿cuál es tu opinión sobre la eliminación de vasos desechables en Entel?	Escala de 1 a 5 estrellas (1 = Muy en desacuerdo; 5 = Muy de acuerdo)	Medir el nivel de aceptación de la eliminación de vasos desechables.
4. ¿Te gustaría que Entel siga implementando este tipo de acciones sostenibles y elimine otros elementos de un solo uso?	Sí, totalmente / Solo algunas cosas / No lo creo necesario	Evaluar la disposición de los colaboradores frente al escalamiento de iniciativas de prevención en origen.
5. Si tuvieras que mejorar algo de esta actividad para implementarla en el resto de los pisos, ¿qué nos recomendarías?	Respuesta abierta	Identificar oportunidades de mejora y recoger sugerencias para optimizar futuras implementaciones.

Los resultados obtenidos permitirán complementar la evaluación del piloto desde la perspectiva de los usuarios, proporcionando información cualitativa y cuantitativa para apoyar la toma de decisiones respecto de un eventual escalamiento de la iniciativa. De esta manera, la encuesta constituye una herramienta de retroalimentación que permitirá ajustar la estrategia propuesta, fortalecer su aceptación por parte de los colaboradores y aumentar las probabilidades de éxito en una implementación a mayor escala.

5.3.1.5. Costos de implementación

Con el propósito de evaluar la factibilidad económica de la implementación del plan piloto, se realizó un estudio de mercado mediante la solicitud de cotizaciones a distintos proveedores de tazones. La evaluación consideró alternativas con diferentes características, materiales y capacidades, comparando sus costos unitarios y el costo total de adquisición para la cantidad de unidades requeridas.

Como resultado de este análisis, se seleccionó la alternativa que presentó el menor costo económico y que, además, cumplía con los requisitos de personalización definidos para la campaña de comunicación del piloto.

Tabla 13. Cotizaciones obtenidas para la adquisición de tazones reutilizables destinados al plan piloto (Elaboración propia).

Empresa	Producto	Cantidad	Precio c/u	Total Neto	Total c/IVA
Partner Chile	Taza “MIKA”	110	\$4.075	\$448.239	\$533.404
Partner Chile	Mug térmico “CAPPU”	110	\$5.905	\$649.544	\$772.958
Partner Chile	Taza “TIMBER”	110	\$5.838	\$642.158	\$764.168
Partner Chile	MUG UMA	110	\$3.735	\$410.839	\$488.898
Partner Chile	Tazón cerámico bicolor sublimación	110	\$2.819	\$310.046	\$368.955
Marketing Pass	Taza sublimable con tapa	110	\$3.990	\$438.900	\$522.291
Tu Personalizado	Taza “MIKA”	100	\$7.250	\$797.500	\$949.025
Tu Personalizado	Mug “CAMPER”	100	\$7.100	\$781.000	\$929.390
Ushop	Mug - Canvas Sublimation	100	\$3.292	\$362.120	\$431.923
Ushop	Tazón Enlozado Sublimación 350cc	100	\$6.309	\$693.990	\$825.848
Ushop	Tazón Cerámico 330cc Sublimación con cuchara	100	\$4.310	\$474.100	\$564.179
Ushop	Mug Marsh	100	\$3.273	\$360.030	\$428.436
Ushop	Mug Dam	100	\$3.269	\$359.590	\$427.912

Como se observa en la Tabla 13, las cotizaciones obtenidas presentan diferencias importantes entre los distintos proveedores evaluados, alcanzando valores entre \$368.955 y \$862.750 (IVA incluido). Estas diferencias responden principalmente al tipo de material, capacidad del tazón, características de personalización y proveedor seleccionado.

Entre las alternativas analizadas, se recomienda el tazón cerámico bicolor sublimación ofrecido por la empresa Partner Chile (Figura 41), debido a que presentó el menor costo total para la adquisición de las 110 unidades requeridas para el piloto, equivalente a \$368.955 IVA incluido. Además de representar la alternativa económicamente más conveniente, este modelo permite incorporar el diseño gráfico desarrollado para la campaña, fortaleciendo la identidad visual de la iniciativa y facilitando su difusión entre los colaboradores.



Figura 41. Diseño gráfico aplicado a los tazones de Parther Chile reutilizables del plan piloto.

5.3.2. Alternativa B. Gestión mediante compostaje industrial

5.3.2.1. Descripción de la propuesta

La segunda alternativa evaluada corresponde a la incorporación de una corriente específica para la segregación y valorización de los vasos de papel compostable utilizados en las dispensadoras de café. A diferencia de la alternativa basada en la prevención en origen mediante tazones reutilizables, esta propuesta mantiene el uso de vasos desechables, pero busca evitar su disposición final mediante su envío a un proceso de compostaje industrial.

La implementación considera la instalación de contenedores exclusivos para fracción, permitiendo la segregación diferenciada de los vasos. Consecutivamente, los residuos serán almacenados temporalmente y retirados por un gestor autorizado para su traslado a una planta de compostaje industrial, donde serían valorizados bajo condiciones controladas.

5.3.2.2. Antecedentes técnicos de compostabilidad

Durante el desarrollo de esta propuesta se verificó la factibilidad técnica del tratamiento de los vasos utilizados en las dispensadoras de café. Para ello, se revisó la documentación proporcionada por el proveedor de los vasos, constatándose la existencia de una Carta de

Patrocinio y Autorización para Compostaje emitida por la empresa Armony Sustentable, Anexo 4.

De acuerdo con dicho documento, el modelo de vaso VPOL8030, perteneciente a la línea Vendomática, fue sometido a ensayos de degradación en condiciones de compostaje industrial, obteniendo una descomposición completa en un período inferior a 180 días. En consecuencia, Armony autoriza la valorización de este producto mediante el proceso de compostaje desarrollado en su planta ubicada en la comuna de Pudahuel.

Este antecedente confirma que el material utilizado en el edificio posee la capacidad técnica para ser valorizado mediante compostaje industrial, siempre que se cumplan las condiciones operacionales establecidas por el gestor.

5.3.2.3. Requisitos para la recepción del material

Con el propósito de evaluar la factibilidad de implementación de esta alternativa, se estableció contacto con representantes de la empresa Armony Sustentable, quienes señalaron que la recepción de residuos compostables se encuentra sujeta al cumplimiento de requisitos específicos. Entre los principios condiciones indicadas se encuentran:

- El producto debe haber sido previamente evaluado mediante ensayos de compostabilidad realizados por Armony.
- Debe existir una autorización vigente para el ingreso del material a la planta.
- Es necesario disponer de la ficha técnica del producto para verificar su correspondencia con el material previamente autorizado.
- Los vasos deben ser segregados de forma independiente, evitando contaminación con otros residuos.

En este caso, si bien el proveedor Vendomática ya realizó satisfactoriamente el ensayo correspondiente, la empresa indicó que, antes de iniciar la recepción permanente del material, es necesario verificar que los vasos utilizados en la actualidad correspondan exactamente al modelo autorizado.

5.3.2.4. Requerimientos de implementación

Para implementar esta alternativa sería necesario incorporar diversos elementos adicionales al sistema actual de gestión de residuos.

Entre ellos destacan:

- Incorporación de contenedores exclusivos para vasos compostables;

- Actualización de la señalética de los puntos limpios;
- Capacitación a los colaboradores respecto de la nueva corriente de segregación;
- Coordinación logística para el retiro diferenciado de los residuos;
- Contratación del servicio de transporte y valorización mediante compostaje industrial.

A diferencia del piloto de tazones reutilizables, esta alternativa requiere la participación permanente de un gestor externo durante toda la operación del sistema.

5.3.2.5. Costo de implementación

Al momento de desarrollar esta investigación no fue posible obtener una cotización definitiva para el servicio de retiro diferenciado ni para el servicio de compostaje industrial. No obstante, se identificaron los principales requerimientos asociados a la implementación de estas alternativas. Para ambas alternativas se considera necesario disponer de un contenedor exclusivo y realizar una actualización de la señalética. En el caso del retiro diferenciado, se requiere contratar un servicio de retiro específico, cuyo costo se encuentra pendiente de cotización. Asimismo, para la alternativa de compostaje industrial, se requiere contratar un servicio de compostaje, cuyo costo también se encuentra pendiente de cotización.

5.3.2.6. Comparación de alternativas para la gestión de vasos de café

Con el propósito de seleccionar la alternativa más adecuada para mejorar la gestión de los vasos utilizados en las dispensadoras de café, se realizó una comparación entre las dos opciones evaluadas: la implementación de un plan piloto basado en tazones reutilizables y la gestión de los vasos compostables mediante compostaje industrial. La evaluación se efectuó considerando los criterios de priorización definidos en la Tabla 7 y Anexo 6, permitiendo analizar cada alternativa desde el punto de vista ambiental, técnico, operacional y económico.

Tabla 14. Evaluación comparativa de las alternativas para la gestión de los vasos de café.

Criterio	Tazones reutilizables	Compostaje industrial
Impacto ambiental	Muy alto	Alto
Factibilidad técnica	Alto	Media
Factibilidad operacional	Media	Media
Factibilidad económica	Media	Baja
Compatibilidad con la infraestructura existente	Alta	Media
Posibilidad de implementación	Alta	Media

Como se observa en la Tabla 15, ambas alternativas permiten disminuir la cantidad de vasos de café destinados a disposición final; sin embargo, presentan diferencias importantes en cuanto a su forma de abordar el problema y su factibilidad de implementación.

La alternativa basada en tazones reutilizables presenta el mayor impacto ambiental esperado, debido a que actúa directamente sobre la prevención en la generación de residuos, evitando el consumo de vasos desechables desde el origen. Esta estrategia se encuentra alineada con la jerarquía en la gestión de residuos y con los principios de la economía circular, ya que prioriza la reutilización por sobre la valorización de materiales. Además, su implementación no requiere la contratación de gestores externos para el tratamiento de residuos y permite un mayor control por parte de la organización sobre el desarrollo de la iniciativa.

Por su parte, la alternativa de compostaje industrial constituye una opción técnicamente viable para valorizar los vasos compostables una vez utilizados, aprovechando las características del material y evitando que estos sean enviados directamente a disposición final. Sin embargo, su implementación depende de factores externos, como la disponibilidad de un gestor especializado, la validación permanente del producto por parte de la empresa receptora y la contratación de un servicio de retiro diferenciado, lo que incrementa su complejidad operacional y económica.

5.4. Optimización del proceso de recolección interna

Durante el diagnóstico del sistema de gestión de residuos, se identificaron diversas oportunidades de mejora asociadas al proceso de recolección interna desarrollado por el personal de aseo del edificio.

Estas situaciones generan ineficiencias operacionales que afectan la calidad de la segregación, incrementan los tiempos de trabajo y pueden reducir el potencial de valorización de los materiales recuperados. De esta manera, dificultan la trazabilidad del proceso y aumentan la probabilidad de contaminación cruzada entre las distintas fracciones.

En este contexto, se propone implementar una serie de medidas orientadas a fortalecer el proceso de recolección interna, estandarizando las actividades realizadas por el personal encargado y promoviendo buenas prácticas que permitan mejorar la eficiencia del sistema sin requerir modificaciones significativas en la infraestructura existente.

5.4.1. Capacitación periódica al personal encargado de la recolección

El personal responsable de la recolección constituye un actor clave dentro del sistema de gestión de residuos, ya que participa directamente en la mayoría de las etapas. Por esta

razón, se propone desarrollar un programa de capacitaciones periódicas que permita actualizar conocimientos y reforzar los criterios de segregación establecidos para el edificio.

Las capacitaciones deberían abordar, entre otros aspectos:

1. Identificación de las distintas fracciones de residuos reciclables;
2. Incorporación de nuevas corrientes de valorización, como plásticos PP y vasos compostables;
3. Criterios para identificar residuos contaminados;
4. Correcto manejo de bolsas y contenedores;
5. Trazabilidad de los residuos durante la recolección;
6. Buenas prácticas para evitar la contaminación cruzada.

La realización periódica de estas actividades permitiría reducir errores operacionales y favorecer una gestión más uniforme entre los distintos trabajadores responsables del proceso.

5.5. Optimización de la sala de almacenamiento temporal

Durante la etapa de evaluación se identificaron diversas oportunidades de mejora en la sala de almacenamiento temporal de residuos reciclables. Entre las principales brechas observadas destacan: la acumulación desordenada de materiales, la presencia de residuos que no corresponden a las fracciones establecidas, la mezcla de distintos materiales en un mismo contenedor y el almacenamiento de cajas de cartón sin plegar, situación que incrementa el volumen ocupado y reduce la capacidad disponible para otros materiales. Estas condiciones afectan la eficiencia operativa del sistema, dificulta la trazabilidad de los residuos y pueden disminuir la calidad de los materiales recuperados. En este contexto, se proponen medidas orientadas a optimizar la organización del área de almacenamiento, mejorar el control de los residuos ingresados y fortalecer las prácticas operacionales del personal encargado.

5.5.1. Organización y estandarización del área de almacenamiento

Con el propósito de mejorar el funcionamiento de la sala de almacenamiento temporal, se propone implementar un conjunto de medidas orientadas a optimizar la organización del espacio, fortalecer el control sobre los materiales almacenados y estandarizar las actividades desarrolladas por el personal encargado.

En primer lugar, se recomienda reorganizar la distribución interna de la sala mediante la sectorización de las distintas fracciones reciclables, asignando espacios específicos para papel y cartón, botellas PET, plásticos PP, latas de aluminio y residuos no valorizables, en caso de agregar una nueva corriente también asignar un espacio, por ejemplo, plásticos PP,

residuos compostables, etc. Complementariamente, se propone incorporar señalización visible utilizando colores e identificaciones coherentes para los puntos limpios, facilitando la identificación de cada fracción y manteniendo una continuidad visual durante todo el proceso de gestión de residuos.

Adicionalmente, se plantea optimizar el aprovechamiento del espacio disponible mediante el plegado obligatorio de las cajas de cartón antes de su almacenamiento y evaluar la incorporación de una compactadora manual o vertical para reducir el volumen ocupado por este material. Estas medidas permitirían aumentar la capacidad de almacenamiento, mantener un mayor orden en la sala y disminuir la ocupación innecesaria de otros contenedores.

Finalmente, se recomienda complementar estas acciones con capacitaciones dirigidas al personal responsable del almacenamiento, enfocadas en la identificación de materiales aceptados, el manejo de las nuevas corrientes de valorización incorporadas al sistema, los criterios para detectar materiales contaminados y la correcta aplicación de los procedimientos establecidos.

5.6. Indicadores de seguimiento

Con el propósito de evaluar el desempeño de las propuestas planteadas y realizar un seguimiento a su implementación, se definieron indicadores clave de desempeño (Key Performance Indicators, KPI) para cada una de las estrategias de optimización desarrolladas. Estos indicadores permitirán medir el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, monitorear la evolución del sistema de gestión de residuos y facilitar la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.

Los indicadores fueron definidos considerando las principales brechas identificadas durante el diagnóstico, así como los objetivos específicos de cada propuesta. Para ello, se establecieron variables de seguimiento, metas referenciales, frecuencia de medición y responsables de la recopilación de la información.

Tabla 15. Indicadores de seguimiento para las propuestas de optimización del sistema de gestión de residuos.

Propuesta	Indicador (KPI)	Meta propuesta	Frecuencia	Responsable
Contenedor exclusivo para PP	Kilogramos de PP recuperados (kg/mes)	Incrementar la recuperación de PP respecto a la situación inicial	Mensual	Subgerencia de Operación y Mantención Inmobiliaria
Rediseño de puntos limpios	Porcentaje de residuos correctamente segregados (%)	Disminuir la contaminación cruzada y mejorar la segregación en origen	Trimestral	Gerencia de Medio Ambiente y Sustentabilidad (diseño), Subgerencia de Operación y Mantención Inmobiliaria (implementación)
Plan piloto de tazones reutilizables	Nivel de satisfacción de los colaboradores (%)	≥ 80 % de satisfacción	Al finalizar el piloto	Gerencia de Medio Ambiente y Sustentabilidad
Compostaje industrial	Kilogramos de vasos compostables valorizados (kg/mes)	Recuperar los vasos segregados correctamente	Mensual	Gestor autorizado / Subgerencia de Operación y Mantención Inmobiliaria
Optimización de la recolección interna	Incidencias de mezcla de fracciones durante la recolección	Reducir los eventos de mezcla respecto de la línea base	Mensual	Empresa de aseo (Grupo Norte)
Optimización de la sala de almacenamiento temporal	Porcentaje de ocupación adecuada de la sala y cumplimiento de la sectorización	Mantener la sala ordenada y sin mezcla de materiales	Mensual	Empresa de aseo(Grupo norte) / Subgerencia de Operación y Mantención Inmobiliaria

CONCLUSIÓN

La presente investigación permitió diagnosticar, evaluar y desarrollar una propuesta de mejora para la optimización del sistema de gestión de residuos inorgánicos del edificio corporativo Parque Titanium de Entel, identificando las principales brechas que limitan el desempeño del sistema de reciclaje y formulando alternativas orientadas a incrementar la recuperación de materiales valorizables. En este sentido, la investigación permitió desarrollar una propuesta integral basada en criterios técnicos, operacionales y económicos, alineada con los principios de economía circular y gestión sostenible de residuos.

La caracterización de los residuos permitió identificar que las principales corrientes reciclables corresponden a papel y cartón, plásticos flexibles, metales y vidrio. Asimismo, se determinó que el edificio genera de manera recurrente residuos valorizables que actualmente no son gestionados por el sistema, principalmente vasos de polipropileno (PP) provenientes de los dispensadores de agua y vasos de papel compostable utilizados en las máquinas de café. Estos resultados evidencian que existe un potencial de valorización no aprovechado, asociado a la ausencia de categorías específicas para su segregación y recuperación.

La evaluación del sistema evidenció que, aunque el papel y cartón constituye la principal fracción recuperada (4.414 kg/año; 7%), seguido por los plásticos PET (1.213 kg/año; 2%), los metales (754 kg/año; 1%) y el vidrio (167 kg/año; 0%), los residuos destinados a eliminación continúan representando la mayor proporción del total generado (52.949 kg/año; 89%). Este comportamiento refleja que las principales limitaciones del sistema no responden únicamente a la composición de los residuos, sino también a brechas asociadas a la segregación en origen, la infraestructura y señalética de los puntos limpios, la recolección interna, el almacenamiento temporal y la falta de incorporación de nuevas fracciones valorizables.

A partir de las brechas identificadas, se definió una estrategia integral de optimización basada en la priorización de las brechas identificadas. Entre las medidas propuestas destacan la incorporación de una corriente específica para residuos de polipropileno (PP), al constituir la alternativa con mayor potencial para incrementar la recuperación de esta fracción; el rediseño de la infraestructura y señalética de los puntos limpios para mejorar la segregación en origen; y la implementación de estrategias orientadas a disminuir la generación de vasos de papel compostable, privilegiando medidas de prevención, como el uso de tazones reutilizables, complementadas con alternativas de valorización mediante compostaje industrial. Asimismo, se plantearon mejoras para la recolección interna y el almacenamiento temporal, junto con indicadores clave de desempeño (KPI) que permitirán evaluar la implementación y efectividad de las medidas propuestas. En conjunto, estas acciones constituyen una hoja de ruta técnicamente viable para fortalecer el sistema de gestión de residuos del edificio y aumentar la recuperación de materiales valorizables.

BIBLIOGRAFÍA

- Acción Empresas por un Desarrollo Sostenible. (2020). *GUÍA CERO RESIDUOS A ELIMINACIÓN*. Obtenido de <https://accionempresas.cl/content/uploads/guia-apl-completa.pdf>
- Agencia de Sostenibilidad Circular. (2025). *ANIR expone avances y brechas del reciclaje en Chile mediante estadísticas 2024 y Anuario 2025*. Obtenido de País Circular: <https://www.paiscircular.cl/economia-circular/anir-expone-avances-y-brechas-del-reciclaje-en-chile/>
- Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (1994). *Decisión de la Comisión, de 28 de enero de 1997, por la que se establece el sistema de identificación de materiales de envase de conformidad con la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los envases y residuos de envases*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1997-80281>
- Avalos, H. (Noviembre de 2011). Experiencias sobre corrosión en metales de uso cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, pág. 11.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (1 de Junio de 2016). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894&idParte=9705129&idVersion=2016-06-01>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2022). *Gestión de residuos domiciliarios*. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33229/1/BCN_Gestion_de_residuos_domiciliarios_Chile_2022_FINAL.pdf
- BID. (2023). *Hub de residuos sólidos y economía circular para América Latina y el Caribe: Aliado para la transformación sectorial*. Obtenido de Banco Internacional de Desarrollo: <https://www.iadb.org/es/blog/agua-saneamiento-y-residuos-solidos/hub-de-residuos-solidos-y-economia-circular-para-america-latina-y-el-caribe-aliado-para-la>
- Carrasco, D. T. (2017). *El reciclaje de vidrio y su impacto en la conservación del medio ambiente*. Obtenido de <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/exploradordigital/article/view/319/731>

- Cerezo, A., Alonso, M., Rodríguez, J., Otero, M., & Pastor, A. (2022). *PROPOSAL FOR A MOBILE SELECTIVE PLASTIC RECYCLING LINE FOR 3D PRINTING WITH FUSED DEPOSITION MODELLING*.
- Corporación ciudades. (2024). *ESTUDIO RECICLAJE Y RESIDUOS 2024*. Obtenido de <https://corporacionciudades.cl/estudio-reciclaje-residuos-2024/>
- Cortes, K. I., Segundo, A. L., García, M. I., & Almanza, A. P. (2024). *Latas, más que un residuo. La importancia de educar en torno a su recolección y reciclaje*. Obtenido de <http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/13896/1/101517420244327.pdf>
- Departamento de Educación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. (2016). *Guía de Educación Ambiental y Residuos*. Obtenido de Academia de Formación Ambiental: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-de-Educacion-Ambiental-y-Residuos.pdf>
- Ellen Macarthur Foundation. (2020). *Ellen Macarthur Foundation*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
- Gil, A., Espinosa, M., Gónzales, A., Chiari, M., Rosario, N. d., & Batista, V. (2020). *Los envases de plástico y su impacto*. Obtenido de <https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/sc/article/view/1000/1841>
- Guardado, Y. M. (2013). *Origen y significado de los símbolos de reciclaje*. Obtenido de <https://edicionbioma.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/01/origen-y-significado-de-los-sc3admbolos-de-reciclaje.pdf>
- Instituto Nacional de Normalización. (2013). *Es aprobada Norma Técnica Nacional NCh3322:2013 Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos*.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2021). *Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040*. Obtenido de ECONOMÍA CIRCULAR: <https://economiacircular.mma.gob.cl/hoja-de-ruta/>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2022). *MÓDULO 1. INTRODUCCIÓN: HACIA UN CHILE CIRCULAR AL 2040*. Obtenido de <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/10/Contenidos-Modulo-1.pdf>

- Ministerio del Medio Ambiente. (2023). *Guía metodológica para orientar la transición hacia una economía circular a nivel municipal*. Obtenido de <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/04/Guia-metodologica-para-orientar-la-transicion-hacia-una-economia-circular-a-nivel-municipal.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). *LEY REP Y LOS DECRETOS DE NEUMÁTICOS Y ENVASES*. Obtenido de https://santiagorecicla.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2025/07/4.-Manual-Ley-REP_11zon.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2025). *Manual Ley REP*. Obtenido de <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2025/07/rep-combinados-.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2025). *Santiago REcicla*. Obtenido de <https://santiagorecicla.mma.gob.cl/reciclables/>
- Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico de España. (2022). *Papel y Cartón*. Obtenido de ¿Por qué se debe gestionar adecuadamente?: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/fracciones/papel-y-carton/por-que-debe-gestionar-adecuadamente.html>
- Naciones Unidas. (1997). *Los cambios en el mundo y el desarrollo sostenible: tendencias fundamentales*. Obtenido de <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n97/003/55/pdf/n9700355.pdf>
- Pinto, J. A. (2025). *Estudio de la accesibilidad a puntos de reciclaje en relación con el nivel socioeconómico sectorial en la provincia de Concepción mediante SIG*. Concepción: Universidad de Concepción .
- RETC-MMA. (2024). *RETC*. Obtenido de <https://retc.mma.gob.cl/reporte-consolidado-del-retc/>
- RETC-SINADER. (2021). *Residuos*. Obtenido de https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/01/C10-residuos-rema-2021.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Sarria-Villa, R., & Gallo-Corredor, J. (2016). *La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos*. Obtenido de <https://www.labamex.com/newsletter/news18/Microplasticos.pdf>

- SCHEJTMAN, L., & IRURITA, N. (2012). *Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina* . Obtenido de CIPPEC: <https://cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/1552.pdf>
- Valeriano, F. B. (2025). *CONTAMINACIÓN DE AGUA Y SUELO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO DE CONCHATANCA MACUSANI PUNO*.
- World Bank. (2024). *What a Waste 3.0: Global Snapshot of Solid Waste Management toward Circularity until 2050*. World Bank Publications.
- Zea, J. J. (2019). *Reciclado de Plástico PET*. Obtenido de <https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4c9ed418-f907-4257-9c53-6046d5696c8f/content>

ANEXOS

Anexo 1. Catálogo de productos del proveedor Culligan con especificaciones de los vasos PP utilizados en el edificio corporativo.



Vasos reciclables y sustentables



El cuidado empieza por dentro: **para tu gente, para el planeta.**



Vasos de polipapel para agua

Capacidad: 6oz

Tipo de agua: Fria, gasificada y caliente

Características:
Cartulina laminada por extrusión, con revestimiento de polietileno de baja densidad en pared interior.

\$42.000 + iva (1000 unid.)



Vasos de polipapel para café

Capacidad: 8oz

Tipo de agua: Caliente

Características:
Cartulina laminada por extrusión, con revestimiento de polietileno de baja densidad en pared interior y exterior.

\$50.000 + iva (1000 unid.)



Vasos de polipropileno

Capacidad: 7oz

Tipo de agua: Fria y gasificada

Características:
Vaso desechable de polipropileno traslucido.

\$52.500 + iva (2500 unid.)



Vasos cónicos

Capacidad: 4,5oz

Tipo de agua: Fria y gasificada

Características:
Fabricados del residuo de la caña de azúcar, es más eficiente y eco-amigable que el papel proveniente de árboles leñosos. Por su forma única, los vasos deben desecharse luego de su uso, reduciendo las posibilidades de propagar microbios.

\$100.000 + iva (5000 unid.)



Pack Soda

Capacidad: 6 unidades

Tipo de agua: Gasificada

Características:
El agua soda es 100% natural y no contiene conservantes ni colorantes artificiales, sabor refrescante y suave, ideal para acompañar tus comidas o simplemente para tomar en cualquier momento del día.

\$12.250 + iva (pack 6 unid.)



Dispensador de vasos

Capacidad: 50 vasos

Características:
Una solución práctica y fácil de almacenar y dispensar vasos. Nuestros dispensadores de vasos son totalmente compatibles con nuestra gama de dispensadores de agua y con nuestra variedad de vasos reciclables, compostables y biodegradables.

\$12.900 + iva c/u

Página 87 de 93

Anexo 2. Rebranding puntos limpios.

e) PAPEL Y CARTÓN ☒ Impresiones, cajas de cartón, revistas, diarios, folletería. ☒ Cajas con restos de comida, café y Starbucks, servilletas, Nova, papel plastificado o laminado. ☒ Dobla y aplana las cajas. PAPEL Y CARTÓN 	e) PLÁSTICOS PET ☒ Botellas plásticas sin tapa, tapas sueltas de envases snack (revisa el número). ☒ Envases con restos de comida, plásticos no identificables. Recuerda: Limpia y seca antes de reciclar. ☒ Busca el número 1 en el plástico. PLÁSTICOS PET 	e) PLÁSTICOS PP ☒ Envases de yogur, vasos plásticos, tapas de botellas, envases snack (revisa el número). ☒ Envases con restos de comida, plásticos no identificables. Recuerda: Solo envases sin restos. ☒ Busca el número 5 en el plástico. PLÁSTICOS PP 	e) LATAS ALUMINIO ☒ Solo latas de bebestibles. ☒ Latas de comida en conserva. ☒ Limpia y aplasta antes de reciclar. LATAS ALUMINIO 	e) OTROS RESIDUOS ☒ Servilletas y Nova usadas, envases sucios o con residuos, bolsas, envoltorios, cubiertos desechables, cajas Tetra Pak y plásticos que no sean PET o PP. ☒ Si dudas sobre su reciclaje, depositalo aquí. OTROS RESIDUOS 
---	---	--	--	---

PREGUNTAS RULETA

1. **¿Qué residuo NO debe ir en papel y cartón?**
 - A) Folletos
 - B) Cajas limpias
 - C) Vasos de café usados ✓
2. **¿Qué tipo de botellas van en el contenedor PET?**
 - A) Botellas de vidrio
 - B) Botellas de bebestibles ✓
 - C) Botellas de shampoo
3. **¿Qué debes buscar en un envase plástico antes de reciclarlo?**
 - A) El color
 - B) El tamaño
 - C) El número del plástico ✓
4. **¿Qué residuo puede ir en “Otros residuos”?**
 - A) Cubiertos desechables ✓
 - B) Revistas
 - C) Botellas PET
5. **¿Qué pasa si un residuo reciclable está sucio con comida?**
 - A) Puede contaminar otros residuos ✓
 - B) Se recicla igual
 - C) Se limpia solo en la planta
6. **¿Qué acción ayuda más al reciclaje dentro de la oficina?**
 - A) Mezclar residuos similares
 - B) Separar y depositar correctamente ✓
 - C) Dejar los residuos sobre los buzones

Anexo 4. Carta Patrocinio Autorización Compostaje.



17 de febrero de 2023

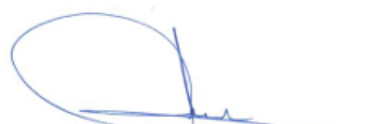
Señores

VENDOMATICA S.A
RUT: 84.505.800-8
El Rosal # 4601
Huechuraba, Santiago

Asunto: Carta Patrocinio Autorización Compostaje

En conformidad a los resultados de la prueba de degradación realizada a muestra de producto: Vaso de Papel VPOL8030, correspondiente a la línea de productos **VENDOMÁTICA**, proporcionada por VENDOMÁTICA S.A, RUT 84.505.800-8, en Planta Armony Sustentable, ubicada en Camino Lo Boza N°11.743 Pudahuel, se concluye que; la muestra es degradada totalmente en un plazo inferior a 180 días al ser incorporados y sometidos a las condiciones de compostaje de pilas de residuos orgánicos trabajadas bajo un régimen de tipo industrial, de acuerdo a lo descrito en los manuales de procedimiento e instrucciones de trabajo ISO 9001:2015 de certificación de calidad de la Empresa.

Dado que los resultados obtenidos en ensayo de degradación y la información disponible demuestran la compatibilidad del producto **Vaso de Papel VPOL8030** de la línea **Vendomática** con los procesos de compostaje desarrollados por Armony Sustentable, se autoriza el reciclaje y valorización los materiales ensayados, mediante el proceso de compostaje desarrollado por Armony Sustentable en su Planta Pudahuel, a partir de la fecha de emisión de este documento.



Fredy Espinoza
Jefe de Calidad

Armony Sustentable
Camino Lo Boza 11.773 - Pudahuel
Teléfonos: +56 2 2583 8137 / +56 2 2583 8138 - Web: www.armony.cl
e-mail: armony@armony.cl

Anexo 5. Criterios y escala de priorización de factores

Para establecer la prioridad de los factores identificados en la matriz FODA, se utilizó una escala cualitativa transformada en valores numéricos. La evaluación consideró tres criterios: frecuencia, impacto y factibilidad, asignando valores de 1 a 3 según el nivel de cada criterio.

Frecuencia

Este criterio permite evaluar la recurrencia con que se presenta el factor identificado dentro del sistema de gestión de residuos.

Tabla 16. Escala de evaluación del criterio de frecuencia (Elaboración propia).

Puntaje	Evaluación	Descripción
3	Alta	El factor se presenta de manera frecuente o recurrente dentro del sistema.
2	Media	El factor se presenta ocasionalmente o con una frecuencia intermedia.
1	Baja	El factor se presenta con poca frecuencia o de manera puntual.

Impacto

Este criterio permite determinar el nivel de incidencia que tiene cada factor sobre el funcionamiento y desempeño del sistema de residuos.

Tabla 17. Escala de evaluación del criterio de impacto (Elaboración propia).

Puntaje	Evaluación	Descripción
3	Alta	El factor genera una incidencia significativa sobre el funcionamiento o desempeño del sistema.
2	Media	El factor genera una incidencia moderada sobre el funcionamiento o desempeño del sistema.
1	Baja	El factor genera una incidencia menor sobre el funcionamiento o desempeño del sistema.

Factibilidad

Este criterio permite evaluar la facilidad o dificultad para implementar acciones orientadas a abordar cada factor identificado.

Tabla 18. Escala de evaluación del criterio de frecuencia (Elaboración propia).

Puntaje	Evaluación	Descripción
3	Alta	La implementación de acciones asociadas al factor presenta condiciones favorables y requiere menores dificultades para su ejecución.
2	Media	La implementación de acciones asociadas al factor presenta condiciones intermedias y requiere considerar algunas restricciones.
1	Baja	La implementación de acciones asociadas al factor presenta mayores dificultades o restricciones para su ejecución.

Cálculo de la prioridad

La prioridad de cada factor se determinó mediante la suma de los puntajes obtenidos en los tres criterios evaluados:

Prioridad= Frecuencia+ Impacto+ Factibilidad

De esta manera, el puntaje mínimo posible corresponde a 3 puntos y el máximo a 9 puntos. Los factores que obtienen una mayor puntuación son considerados de mayor prioridad para su evaluación y abordaje posterior.

Anexo 6. Escala de evaluación utilizada para la comparación de alternativas (Elaboración propia).

Criterio	Alto	Medio	Bajo
Impacto ambiental	Mayor contribución favorable al desempeño ambiental	Contribución ambiental intermedia	Menor contribución favorable al desempeño ambiental
Factibilidad técnica	Requiere menores condiciones o modificaciones técnicas para su implementación	Requiere condiciones o modificaciones técnicas intermedias	Requiere mayores condiciones o modificaciones técnicas
Factibilidad operacional	Fácil incorporación a la operación habitual	Requiere ajustes operacionales intermedios	Requiere mayores cambios en la operación
Factibilidad económica	Menores requerimientos económicos o mayor conveniencia económica	Requerimientos económicos intermedios	Mayores requerimientos económicos

Compatibilidad con la infraestructura existente	Alta compatibilidad con la infraestructura disponible	Compatibilidad parcial	Baja compatibilidad o requiere modificaciones importantes
Posibilidad de implementación	Alta posibilidad de implementación en las condiciones actuales	Posibilidad intermedia	Baja posibilidad de implementación