



REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES DE LO BARNECHEA

Estudio solicitado por I. Municipalidad de Lo Barnechea

Contenidos

- Contexto
- Objetivos
- Reciclaje en Chile
- Sistema actual de gestión de residuos
Información teórica del sistema, etapas, actores y responsabilidades
- Análisis del sistema
Visitas a terreno
Diagnóstico
Factores clave
- Propuesta de KPIs
- Conclusiones y recomendaciones

CONTEXTO

La investigación al servicio de una política pública sustentable

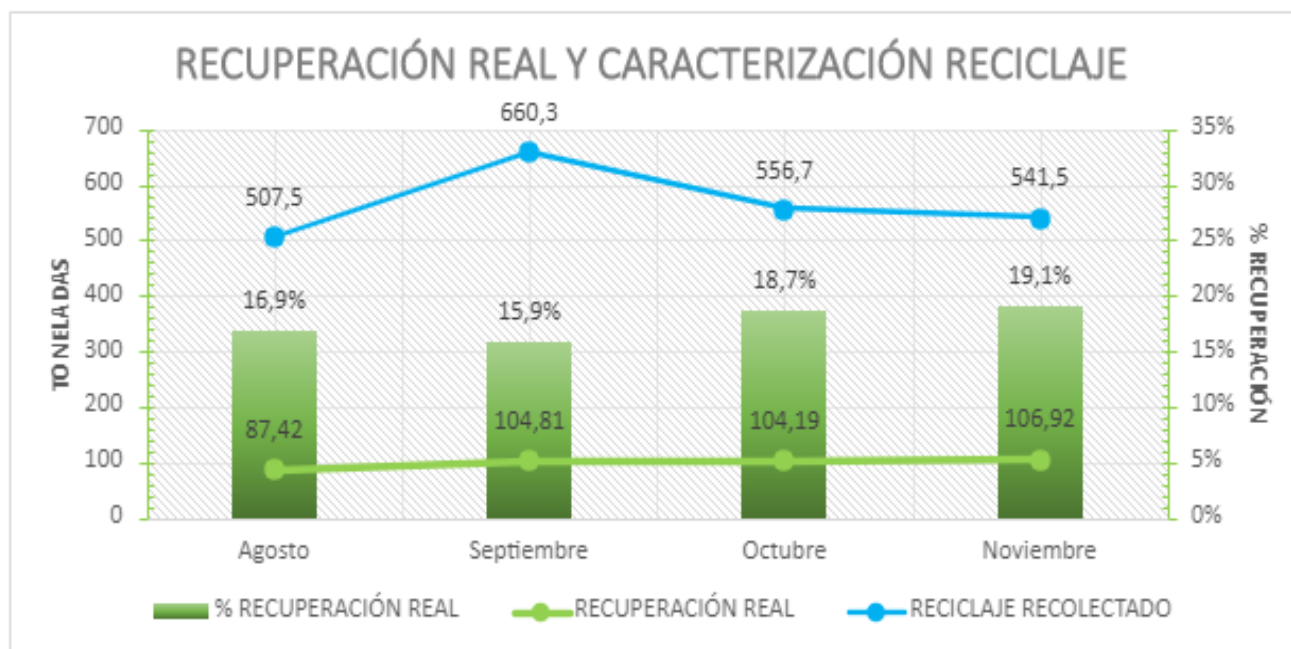


Contexto

La Municipalidad de Lo Barnechea tiene un contrato de gestión de residuos con la empresa KDM, dentro de los residuos se encuentran los residuos potencialmente reciclables.

Históricamente el volumen de residuos reciclables y la caracterización de la reciclabilidad de dichos residuos ha ido variando, pero no así la tasa de reciclaje real, la cual se ha mantenido en valores menores al 20% de lo recuperado.

La Municipalidad demuestra interés en lograr una mejor comprensión de cómo se obtienen los valores de caracterización y la identificación de los factores que definen la tasa de recuperación real de residuos. Lo anterior como una forma de identificar oportunidades de mejora para la gestión de residuos reciclables tanto de parte de la Municipalidad, como de la empresa gestora.



OBJETIVOS

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Objetivos

Objetivos general

Revisión crítica de la gestión actual de los residuos reciclables de la comuna de Lo Barnechea.

Objetivos específicos del estudio

- Descripción del sistema actual de gestión de los residuos reciclables de la Municipalidad de Lo Barnechea.
- Análisis crítico de metodología y su aplicación para estimación de tasas de recuperación.
- Identificación de factores críticos para la gestión de las tasas de recuperación real de los residuos

RECICLAJE EN CHILE

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Contexto regulatorio nacional

- Ley 20.920 “Responsabilidad Extendida del Productor”
5 productos prioritarios – envases y embalajes
Metas crecientes de recolección y valorización, 2023 primer año
- Hoja de ruta para un Chile circular al 2040
Metas al 2030
Disminución de un 10% del RSM
Aumento al 40% del reciclaje general
Aumento al 30% del reciclaje de RSM

Experiencia en comunas de Santiago

	Providencia	Vitacura	Lo Barnechea
Materiales recolectados a domicilio	<ul style="list-style-type: none"> - Papeles y cartones - Plásticos - Latas de aluminio - Tetrapak - Vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> - Papeles y cartones - Botellas de bebidas (PET) - Latas - Botellas de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> - Papeles y cartones - Envases de plástico - Latas de aluminio - Envases de Tetrapak - Envases de vidrio
Indicaciones para un correcto reciclaje	<p>Indicaciones generales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de residuos - Residuos “desarmados” - Que NO incluir - Preparación de residuos (sacar corchetes, clips, lavar, etc.) <p>Indicaciones específicas por tipo de material</p>	<p>Indicaciones generales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de residuos - Residuos “desarmados” - Que NO incluir - Preparación de residuos (sacar corchetes, clips, lavar, etc.) 	<p>Se presenta como indicación general que los envases deben venir enjuagados, aplastados y sin etiquetas.</p>
Método de recolección	<p>Cada edificio cuenta con contenedores, recogidos de forma semanal por un camión recolector. En el caso de las casas el retiro es cada dos semanas.</p>	<p>Los residuos se deben disponer de forma separada en las bolsas reutilizables que entrega la municipalidad y son recolectados una vez a la semana.</p>	<p>Cada casa cuenta con un contenedor amarillo en donde se depositan todos los residuos que correspondan a alguno de los cinco tipos.</p>

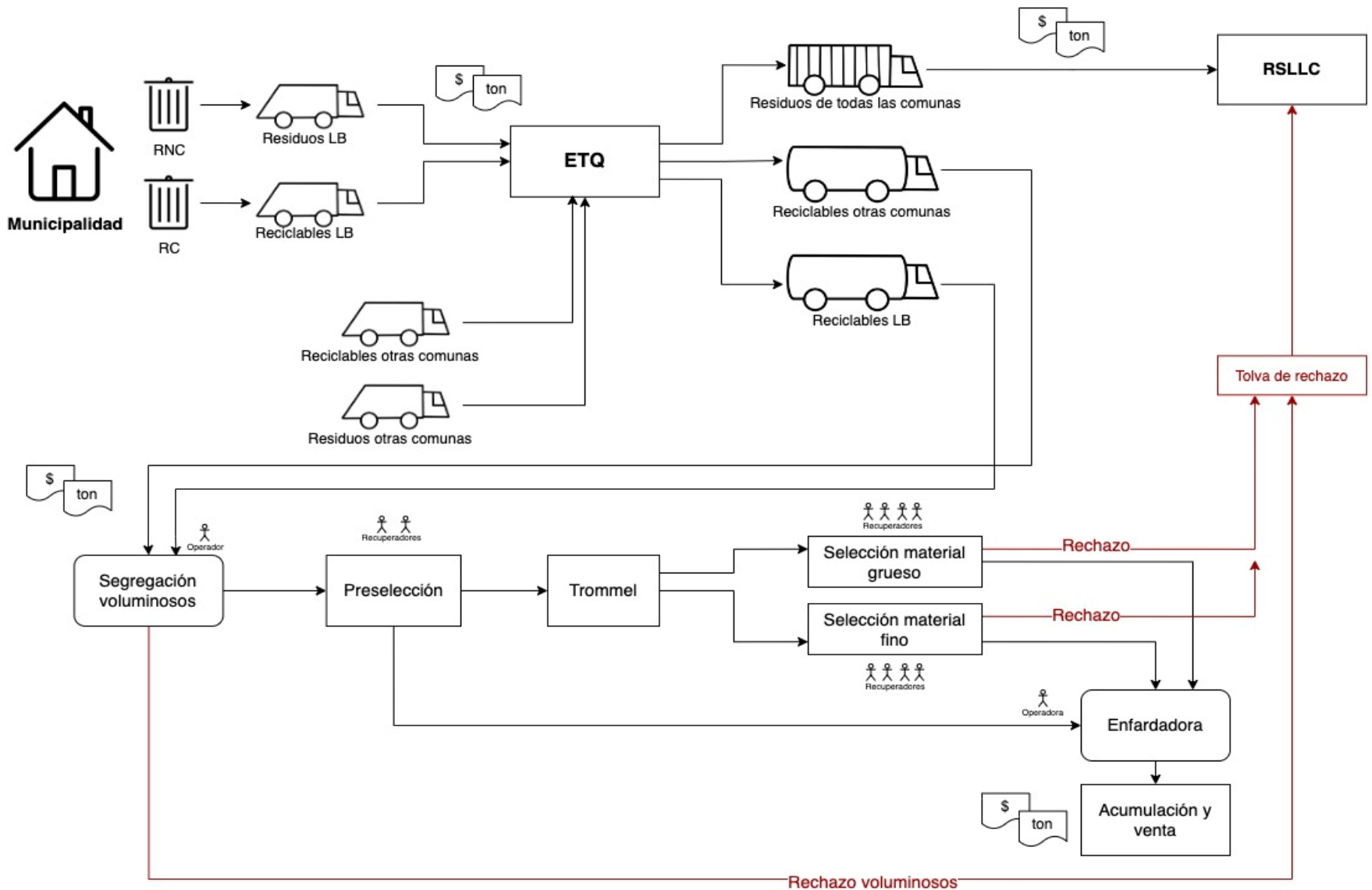
SISTEMA ACTUAL DE GESTIÓN

La investigación al servicio de una política pública sustentable

11



Diagrama general



Actores

□ Ciudadanos

Son quienes producen el flujo de residuos en sus hogares. Tienen la responsabilidad de segregar en contenedores diferenciados los residuos reciclables y no reciclables de manera correcta.

□ Municipalidad

Encargado de coordinar, gestionar y verificar el cumplimiento de las obligaciones de KDM, Demarco y Bravo Energy en la gestión de los residuos. Su responsabilidad con los habitantes es informar sobre la correcta segregación y disposición de los residuos.

□ Demarco

Empresa que presta el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios (tanto reciclables como no reciclables). Recolecta y transporta residuos, en camiones propios con conductores contratados por ellos, hacia la estación de transferencia (ETQ).

Actores

- Bravo Energy

Empresa del rubro de eliminación de residuos, cumple la función de inspeccionar los camiones de residuos durante su pesaje al ingreso a la ETQ.

- KDM

Empresa que presta el servicio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y el de separación de residuos domiciliarios de reciclaje recolectados

Estación de Transferencia de Quilicura (ETQ) es la etapa intermedia en el sistema de gestión de residuos, y permite concentrar en un solo sitio los residuos provenientes de distintas comunas de Santiago para luego ser transportados en conjunto al relleno sanitario.

Planta Recuperadora de Reciclables (PRR) es donde se reciben y procesan los residuos reciclables para su posterior valorización.

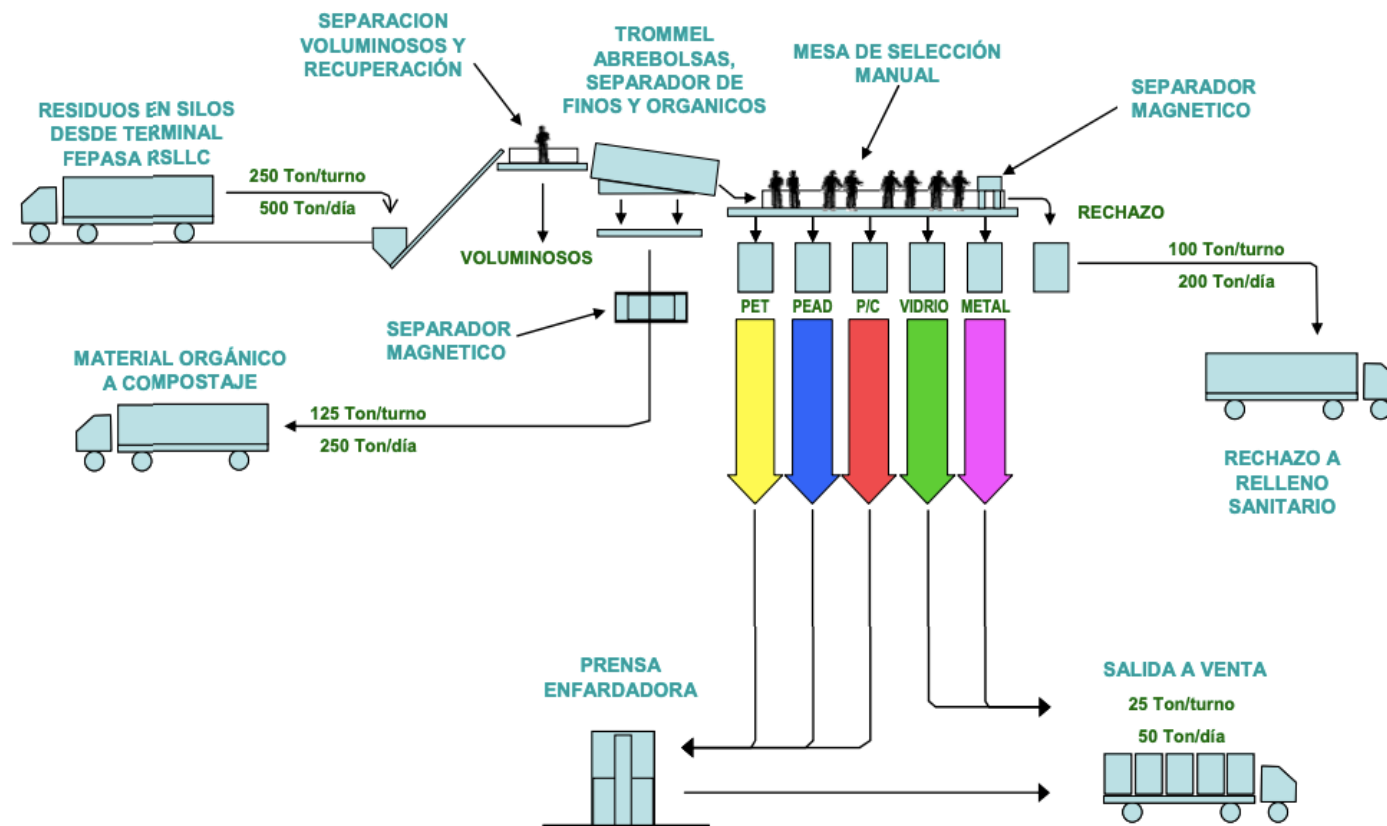
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

La investigación al servicio de una política pública sustentable

15



RCA 706/08



Visitas a terreno - PRR

Planta Recuperadora de Reciclables

	RCA 706/2008	Operación actual
Número de turnos	2	1
Separador magnético	Si	No
Número de recuperadores	24	10
Cantidad esperada de residuos a procesar	250 ton por turno	47,05 ton por turno (1200 ton por mes)
Cantidad esperada de residuos a enfardar	25 ton por turno	7,7 ton por turno
Residuos a recuperar	PET, PEAD, PEBD, papeles, cartones, metales y vidrios.	PET, PEAD, papeles, cartones, vidrios y aluminio.

- Segregación de voluminosos: segregación inicial, se separan residuos que, por su volumen, no pueden ingresar a la línea, o de lo contrario obstaculizarían la continuación de esta.
- Preselección: 2 operadores que, manualmente, sacan ciertos residuos, como vidrio (para evitar que se rompa en el trommel) y cartones, de mayor volumen que pueden entorpecer las siguientes etapas del proceso.
- Trommel: máquina que separa el flujo de residuos en dos flujos independientes, uno con residuos de mayor tamaño y otro con residuos de menor tamaño.
- Selección manual: los “recuperadores”, se encargan de recoger aquellos residuos que son reciclables. Estos residuos se dejan caer en receptáculos diferenciados para cada material, puestos a nivel de suelo.
- Enfardadora: cuando se ha alcanzado una cantidad suficiente de cierto residuo, se enfarda el residuo separado en una máquina enfardadora. Esta máquina se opera manualmente por un operador.

Observaciones PRR

- En la etapa de segregación de voluminosos se observó la presencia de residuos voluminosos no correspondientes a lo que debería ser depositado en los contenedores
- La etapa de enfardado limita el tipo de residuo que puede ser reciclado a sólo aquellos que puedan efectivamente ser enfardados, dejando fuera, por ejemplo, papeles y cartones de menor tamaño que podrían “salir” del fardo final.
- De manera general la recolección de residuos, el traspaso de camión a silo y las etapas de segregación de voluminosos y trommel permiten que los residuos de vidrio se rompan, y como el material a reciclar es extraído manualmente, sólo permite el reciclaje de los residuos de vidrio que lleguen a las etapas de selección sin romperse
- El número de operadores de material reciclado de la planta parece ser una limitación para la capacidad de reciclaje real
- El reciclaje efectivo es sólo para aquellos residuos que los operadores extraen del flujo en las cintas transportadoras, esto limita el reciclaje efectivo según los siguientes factores:
 - Capacidad de cada operador de detectar y extraer residuos reciclables (velocidad y capacidad visual y física).
 - Velocidad de movimiento de las cintas transportadoras.
 - Estado de inicial del flujo de residuos: esto implica, por ejemplo, que un flujo contaminado con líquidos o aceites, puede tornar el flujo completo “no reciclable”.

Visitas a terreno - ETQ

Los residuos reciclables de la comuna de Lo Barnechea son recolectados los días miércoles y jueves por los camiones de recolección, estos al completar su recorrido de recolección, van directamente hacia la ETQ.

1. Recepción de residuos: Los camiones de recolección llegan a la ETQ y, en la entrada, son pesados. Hay un operador en la pesa (el romanero”) que le solicita al conductor ciertos datos (patente, conductor, comuna, tipo de residuos).
2. Descarga de camiones: Los camiones ingresados al sistema suben a la plataforma de descarga, donde un operador les indica en qué zona descargar sus residuos. Una vez que llegan a la zona indicada proceden a descargar los residuos y luego dejan la Estación.
3. Acumulación de residuos: Las zonas de descarga son diferenciadas para RSM y residuos reciclables. Los RSM se descargan en altura para caer sobre camiones de piso caminante. Los residuos reciclables se descargan en altura para caer sobre silos diferenciados por comuna, y son compactados para aumentar la eficiencia de transporte.
4. Transporte de residuos acumulados al relleno sanitario: Una vez llenos, los camiones de piso caminante son preparados para el transporte hacia el relleno sanitario (para evitar que los residuos caigan del camión). De igual manera una vez llenos los silos son sellados, cargados en un camión y enviados a la PRR en el relleno sanitario.

Observaciones ETQ

- El proceso de recepción y la información a ingresar en el “ticket” de entrada de cada camión depende, en gran parte, de la información que entregue directamente el conductor de cada camión.
- No hay inspección visual de los residuos que vienen en cada camión.
- El proceso de descarga de los residuos es directo y rápido, con la indicación directa a cada conductor del lugar en donde debe descargar, debiera haber trazabilidad de cada camión y el destino de su carga (silo).
- No hay espacio, ni tiempo para que ingresen residuos no autorizados a los camiones. Los camiones son pesados en la entrada y en la salida para asegurar que cumplen con el límite de peso para uso de la autopista (cuando van hacia el relleno sanitario con los residuos)

Visitas a terreno - Caracterización

La caracterización consiste en la recepción de los camiones de recolección de reciclables de la comuna de Lo Barnechea, directamente en la PRR (a diferencia del sistema normal, cuando van primero a la ETQ)

El procesamiento de los residuos de dichos camiones en la planta de manera exclusiva. Del procesamiento de estos residuos se cuantifican los residuos valorizables recuperados y se genera un reporte indicando los tipos y cantidades de residuos potencialmente valorizables y los residuos que se desecharán.

Durante la caracterización la velocidad de la cinta transportadora es menor para poder identificar todos los residuos potencialmente reciclables.


Observaciones caracterización

- El trommel se encontraba fuera de uso debido a una falla que aún no podía ser arreglada, esta falla tenía el trommel fuera de uso desde hace una semana. Para la continuación de la operación de la planta se realiza un bypass al trommel, y se pasa a la etapa de selección sin separación en dos flujos.
- También, durante la visita, hubo una falla en la cinta transportadora que detuvo el proceso y probablemente mantendría la planta detenida durante el resto del día (mientras se buscaban los repuestos).
- El cambio de velocidad del funcionamiento normal de la planta a la caracterización es muy importante, se mencionó que la velocidad va de 1 a 10, con 9 en velocidad de operación normal y 6 para la caracterización.
- Los operadores recolectan muchos residuos (no todos valorizables) y actualmente están en un plan piloto para aumentar los residuos y recolectar PP flexible. Se menciona que se les instruyó en la reunión de la mañana acerca de qué residuos deben buscar y se agregaron a los que ya recolectan.

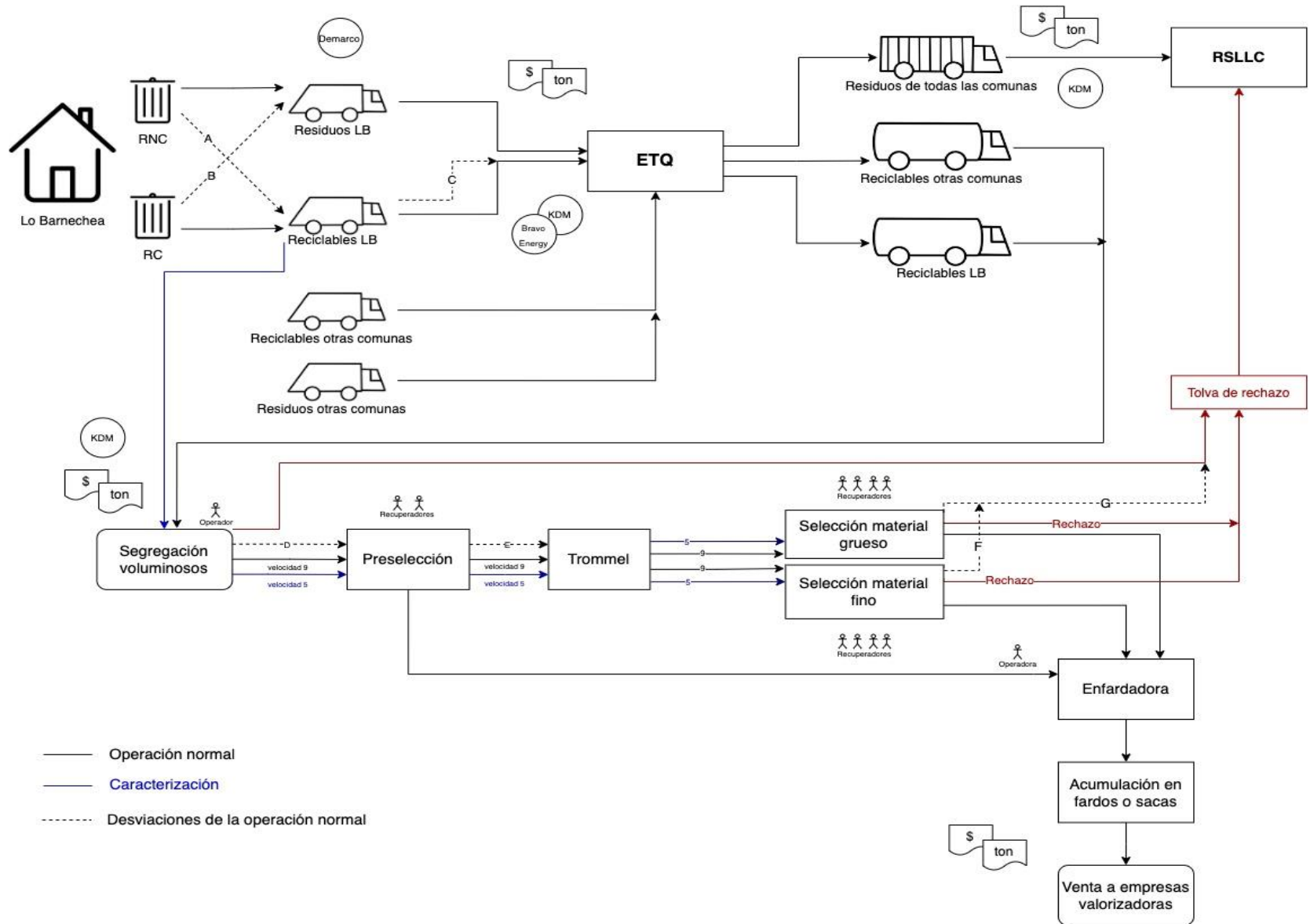
DIAGNÓSTICO

La investigación al servicio de una política pública sustentable



- 
- A partir del análisis de información disponible se pudo generar el esquema general, esta figura representa el funcionamiento normal o esperado del sistema de gestión de residuos reciclables de la comuna de Lo Barnechea.
 - Las visitas a terreno permiten identificar puntos de desviación de dicho funcionamiento normal y analizar el impacto que estas desviaciones tendrán sobre el proceso completo y, en particular, sobre la eficiencia total del sistema.

Sistema de gestión de residuos reciclables, con identificación de potenciales desviaciones



Potenciales desviaciones

Tipo de desviación	Desviación A	Desviación B	Desviación C
Descripción	Residuos no reciclables (RNC) entran en el flujo de residuos reciclables	Residuos reciclables (RC) entran en el flujo de residuos no reciclables	Residuos no reciclables (RNC) erróneamente identificados como RC en la ETQ
Origen desviación	<ul style="list-style-type: none"> • Error de los hogares Lo Barnechea • Falta de capacitación a los hogares • Error de los recolectores 	<ul style="list-style-type: none"> • Error de los hogares Lo Barnechea • Falta de capacitación a los hogares • Error de los recolectores 	<ul style="list-style-type: none"> • Error de los recolectores • Error de la ETQ • Error de inspección
Actores involucrados	Demarco (Recolector) Hogares de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea	Demarco (Recolector) Hogares de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea	Demarco (Recolector) KDM – Operador romana ETQ Bravo Energy
Efecto sobre el sistema	El flujo de reciclajes contiene mayor porcentaje de residuos no reciclables, que pueden contaminar el flujo y dificultar la recuperación de los residuos que sí son reciclables Esta desviación se manifestará más claramente como el rechazo resultante de la etapa de segregación de voluminosos	Los reciclables mal categorizados son desechados, sin opción de recuperación	Los reciclables mal categorizados son desechados, sin opción de recuperación.

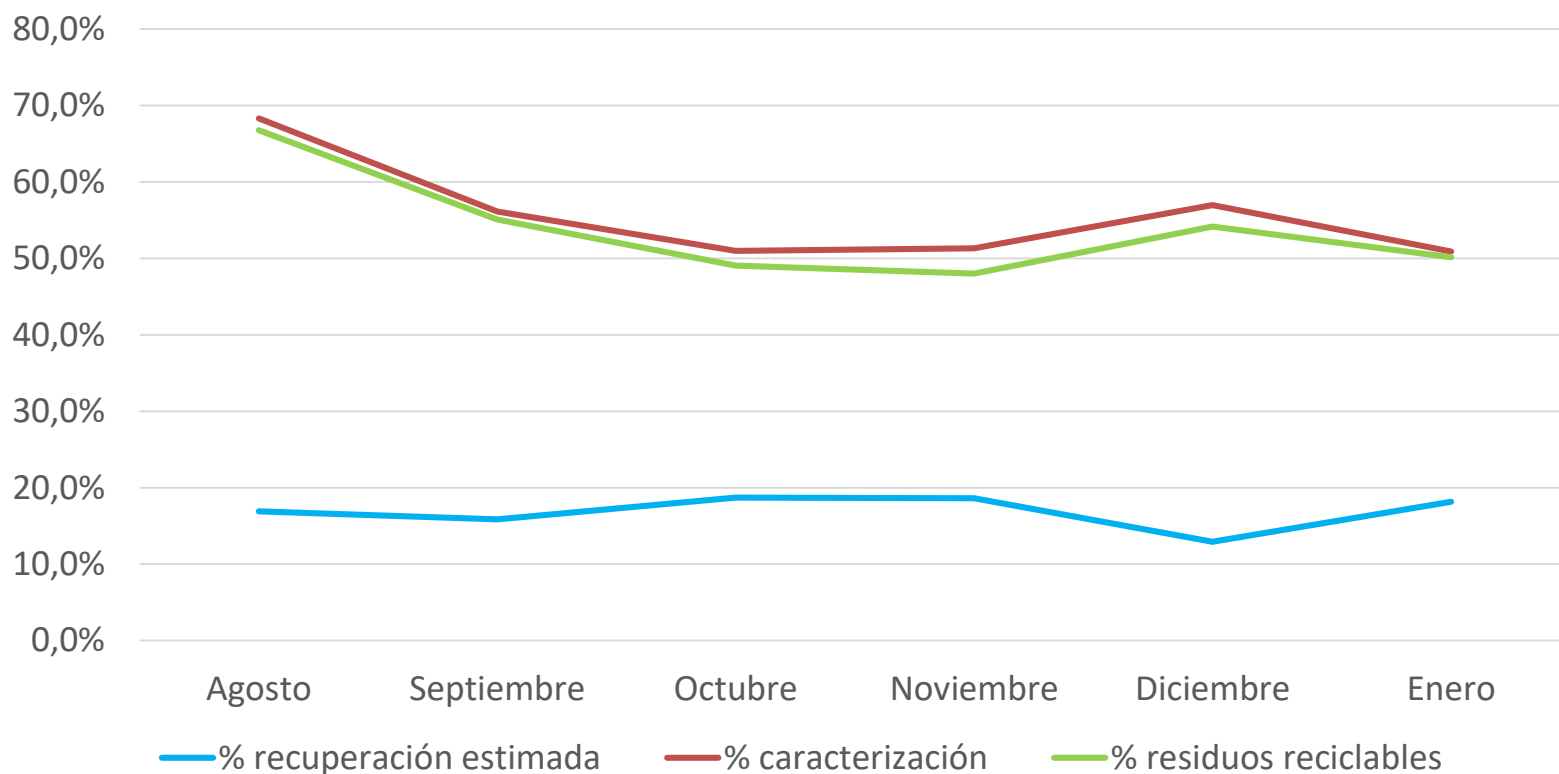
Potenciales desviaciones

Tipo de desviación	Desviación D	Desviación E	Desviación F/G
Descripción	No se sacan todos los residuos voluminosos del flujo y estos continúan hacia los siguientes procesos de la planta	No se sacan todos los residuos requeridos en la etapa de preselección (por ejemplo botellas de vidrio) y estos continúan hacia los siguientes procesos de la planta	No se sacan todos los residuos reciclables en la etapa de selección de material fino/grueso
Origen desviación	Error de la PRR	Error de la PRR	Error de la PRR
Actores involucrados	KDM – Operadores PRR	KDM – Operadores PRR	KDM – Operadores PRR
Efecto sobre el sistema	Los residuos voluminosos pueden entorpecer el funcionamiento óptimo de los demás procesos de la planta, incluyendo dificultar la recuperación de material reciclable por parte de los operadores, generar atascamientos en las cintas transportadoras y bloqueos en el trommel	Los residuos reciclables que no se sacan del flujo en la preselección pueden entorpecer el funcionamiento óptimo de los demás procesos de la planta. Por ejemplo, si no se sacan cartones de mayor tamaño pueden bloquear el trommel u obstaculizar la detección visual de otros residuos reciclables	Todo residuo reciclable que no sea detectado en esta etapa, terminará desechado en el relleno sanitario

Potenciales desviaciones

- Las desviaciones tipo A, B ocurren fuera de la PRR y la ETQ, y consideran como actores clave tanto a la Municipalidad de los Barnechea como a sus habitantes.
- La desviación tipo C ocurre al entrar a la ETQ, y genera cobros adicionales al categorizar erróneamente RSM como residuos reciclables.
- Las desviaciones indicadas con las letras D, E, F y G impactan de manera más evidente la tasa de recuperación de la planta y puede ser vista como la brecha existente entre el porcentaje de residuos reciclables de Lo Barnechea y la tasa de recuperación.

Comparación de lo realmente reciclable y lo que se recicla



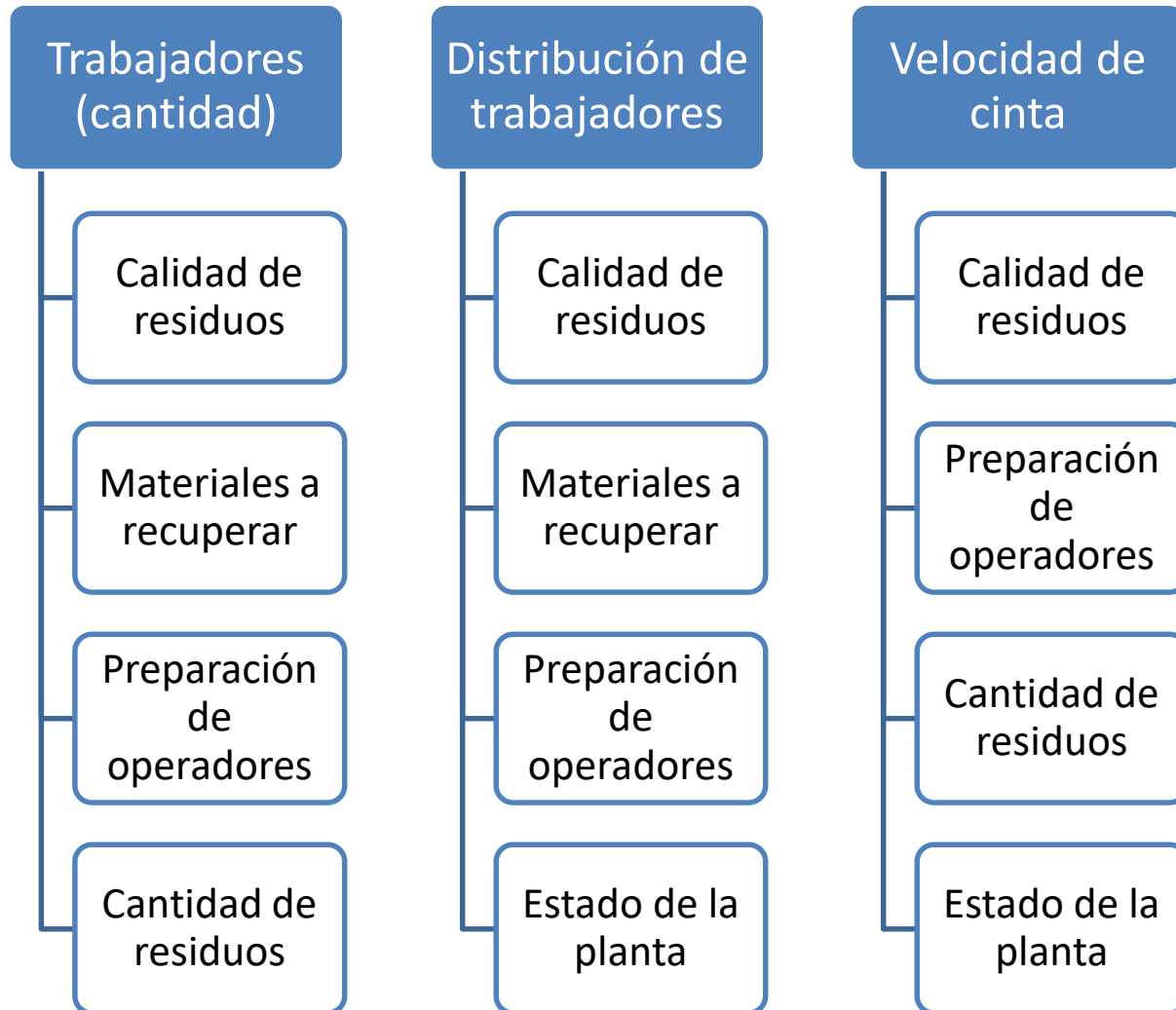
- El realizar exactamente la misma operación pero a distintas velocidad genera la ilusión de que hay material reciclable que puede ser recuperado pero, a la velocidad de operación normal, no es posible alcanzar valores de recuperación similares a los de la caracterización
- La brecha entre el porcentaje considerado como reciclable en la caracterización y lo catalogado como efectivamente como reciclable se debe a aquellos residuos que se recolectan, pero no tienen un destino claro de reciclaje, si no que serán acumulados para experimentación
- Si la planta contara con capacidad de adaptar su capacidad en función del flujo de residuos entrante, la recuperación tendería a ser igual que la caracterización

FACTORES CLAVE

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Factores que determinan la eficiencia de reciclaje



Parámetros que definen los factores

Parámetros que determinan los factores	Descripción	Información que los define
Cantidad de residuos a recibir	La cantidad de residuos definirá como funciona todo el proceso, ya que si hay más residuos se requerirá más trabajo y esto puede resultar en más personal o aumento de la velocidad en la que pasan los residuos.	Mes, flujo esperado de residuos
		Comuna de origen de los residuos
Calidad de los residuos recibidos	El estado en el que se encuentren los residuos definirá qué tanto trabajo será su selección, a medida que este más contaminado, será más difícil la selección de los residuos reciclables.	Evaluación del jefe de turno: Análisis diario de cómo llegan los residuos
		Comuna de origen de los residuos
		Contingencias (contaminación, agua en los residuos)
Estado de la planta	Si la planta no está en su óptimo estado de operación, el proceso de reciclaje se verá impactado. Esta operación anormal puede ser programada (mantención) o accidental (mal funcionamiento).	Equipos no disponibles por mantención
		Equipos no disponibles por fallas

Parámetros que definen los factores

Parámetros que determinan los factores	Descripción	Información que los define
Número de turnos diarios	El número de turno actualmente fluctúa entre 1 y 2 diarios, con la disponibilidad de realización de un tercer turno nocturno	Mes, flujo esperado de residuos
		Contingencias (eventos especiales)
Materiales a recuperar	<ul style="list-style-type: none"> • Base de materiales valorizables que tienen venta histórica mensual • Acumulación (para venta posterior) • Experimentación • Piloteo de potenciales compradores 	Residuos valorizables (base fija): número y tipo de residuos
		Residuos potencialmente valorizables (piloto y/o acumulación)
Preparación de los operadores	El nivel de preparación de los operadores de la PRR definirá su eficiencia en la detección y separación de los residuos reciclables del flujo de la planta.	Capacitación
		Indicaciones diarias (residuos a recuperar)

PROPUESTA DE KEY PERFORMANCE INDICATORS

La investigación al servicio de una política pública sustentable



KPI₁ : Tasa de recolección selectiva de la comuna

$$\text{KPI}_1 = \frac{\text{Total residuos recolectados selectivamente por mes}}{\text{Total residuos generados por mes}}$$

Objetivo

medir el esfuerzo que hacen los habitantes de la comuna, por depositar correctamente sus residuos

¿Qué mide?

fracción de los residuos generados en Lo Barnechea son destinados a la PRR.

Valor potencial máximo

≈ 0.27

(de acuerdo a SUBDERE, 2018)

Valor actual

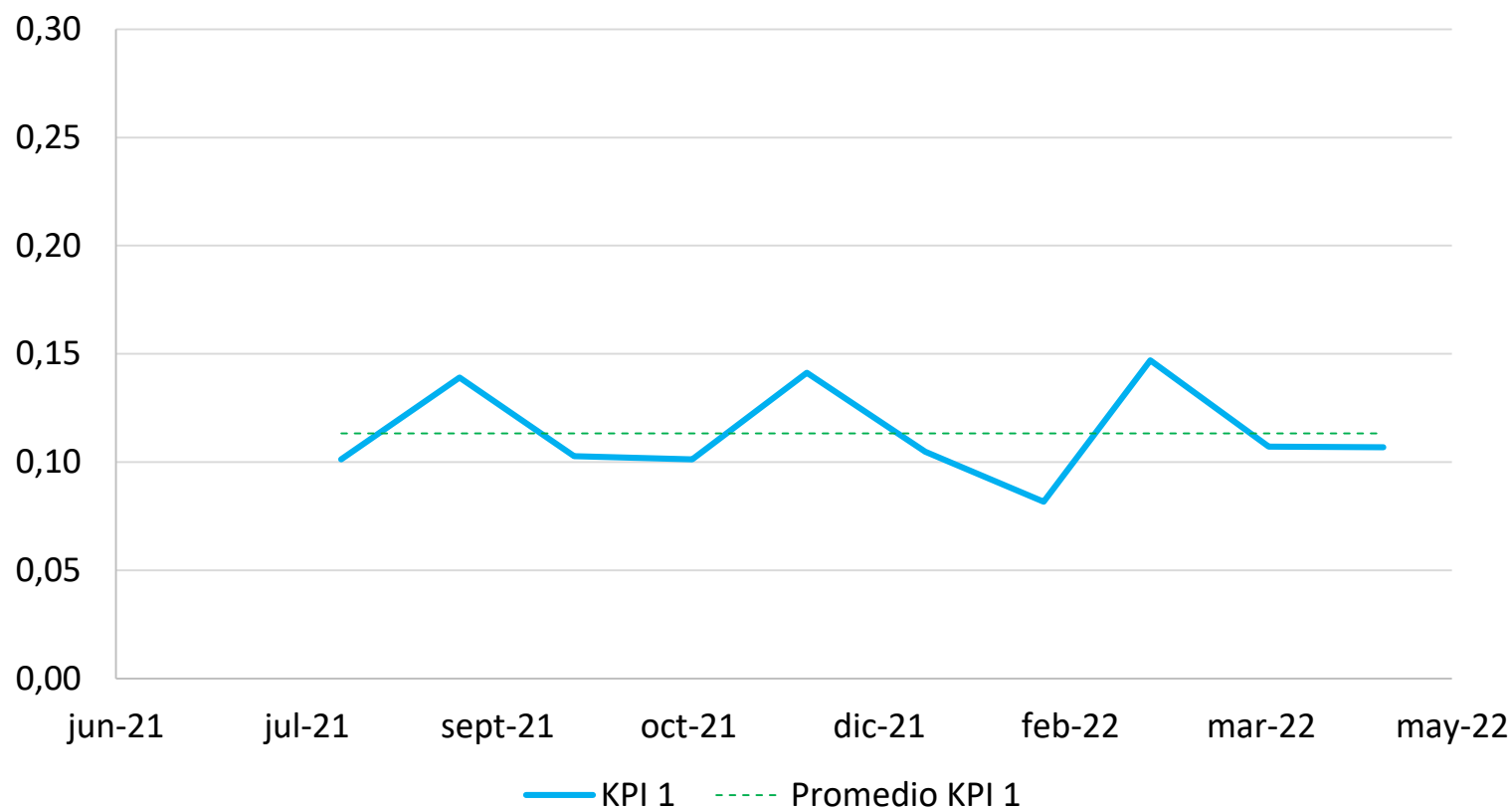
≈ 0,113

(promedio últ. 10 meses)

¿Cómo se mide?

Datos obtenidos por KDM en pesaje de camiones de reciclaje y pesaje de camiones de RSM en general.

Evolución del KPI1



- Se espera que, a partir de junio de este año, el KPI1 varíe ya que el vidrio, de acuerdo a lo informado a través de las redes sociales de la Municipalidad, dejará de ser parte de los residuos a depositar en los contenedores amarillos y deberá ser depositado directamente en las campanas de Cristalerías Toro dispuestas para este fin.

KPI₂ : Tasa de recuperación de la comuna

$$\text{KPI}_2 = \frac{\text{Total estimado de residuos recuperados por mes}}{\text{Total residuos recolectados selectivamente por mes}}$$

Objetivo

Medir qué tan reciclables son los residuos generados en Lo Barnechea.

¿Qué mide?

Fracción del total de residuos que llegan a la PRR que es recuperable en el proceso

Valor potencial máximo

≈ 1

Valor actual

= 0,202

(promedio de los últimos 10 meses)

¿Cómo se mide?

Datos obtenidos por KDM en eventos de caracterización e información declarada por la Municipalidad en SINADER/RETC.

KPI' : Tasa de reciclaje de la comuna

$$KPI' = KPI_1 \times KPI_2$$

$$KPI' = \frac{\text{Total estimado de residuos recuperados por mes}}{\text{Total residuos generados por mes}}$$

Objetivo

Permite medir el progreso de ambos KPIs en conjunto.

Valor actual

≈ 0,0224
(promedio últimos 10 meses)

Es deseable incrementar este valor.

KPI₃ : Cantidad de residuos por habitante

$$\text{KPI}_3 = \frac{\text{Total de residuos declarados al año}}{\text{Habitantes de Lo Barnechea en el mismo año}}$$

Objetivo

Cuantificar cuántos residuos producen los vecinos de Lo Barnechea, de forma que la comuna esté alineada con la segunda meta fijada en la Hoja de ruta para un Chile circular al 2040.

¿Qué mide?

La tasa de generación per cápita de Lo Barnechea.

Valor deseable

A definir por Municipalidad

Meta Chile 2040

330 kg/cápita/año

Valor actual

≈ 465 kg/cápita/año (2020)
(RETC y proyecciones BCN)

¿Cómo se mide?

Información declarada en RETC y Censo.

KPI₄: Porcentaje de los residuos que son efectivamente reciclables

$$\text{KPI}_4 = \frac{\text{Residuos catalogados como recuperables en caracterización}}{\text{Total residuos caracterizados}}$$

Objetivo

Busca evaluar qué tan bien están segregando los habitantes de Lo Barnechea

¿Qué mide?

Mide la calidad de segregación en origen.

Valor deseable

Lo más cercano posible a 1

Valor actual

≈ 0.54

(Promedio últimos 10 meses)

¿Cómo se mide?

Reporte mensual de caracterización de KDM

Relación entre los KPIs

- Los cinco KPIs propuestos, en conjunto con el KPI', están íntimamente relacionados. La modificación deseada para uno podría tener un efecto no deseado en otro.

- El desafío que presentan estos indicadores es incentivar cuatro acciones:
 - Correcta segregación de residuos reciclables en origen
 - Reemplazar residuos no reciclables por reciclables
 - Disminuir la tasa de generación de RSM en la comuna
 - Incrementar las toneladas de residuos recuperadas en la PRR

Relación entre los KPIs

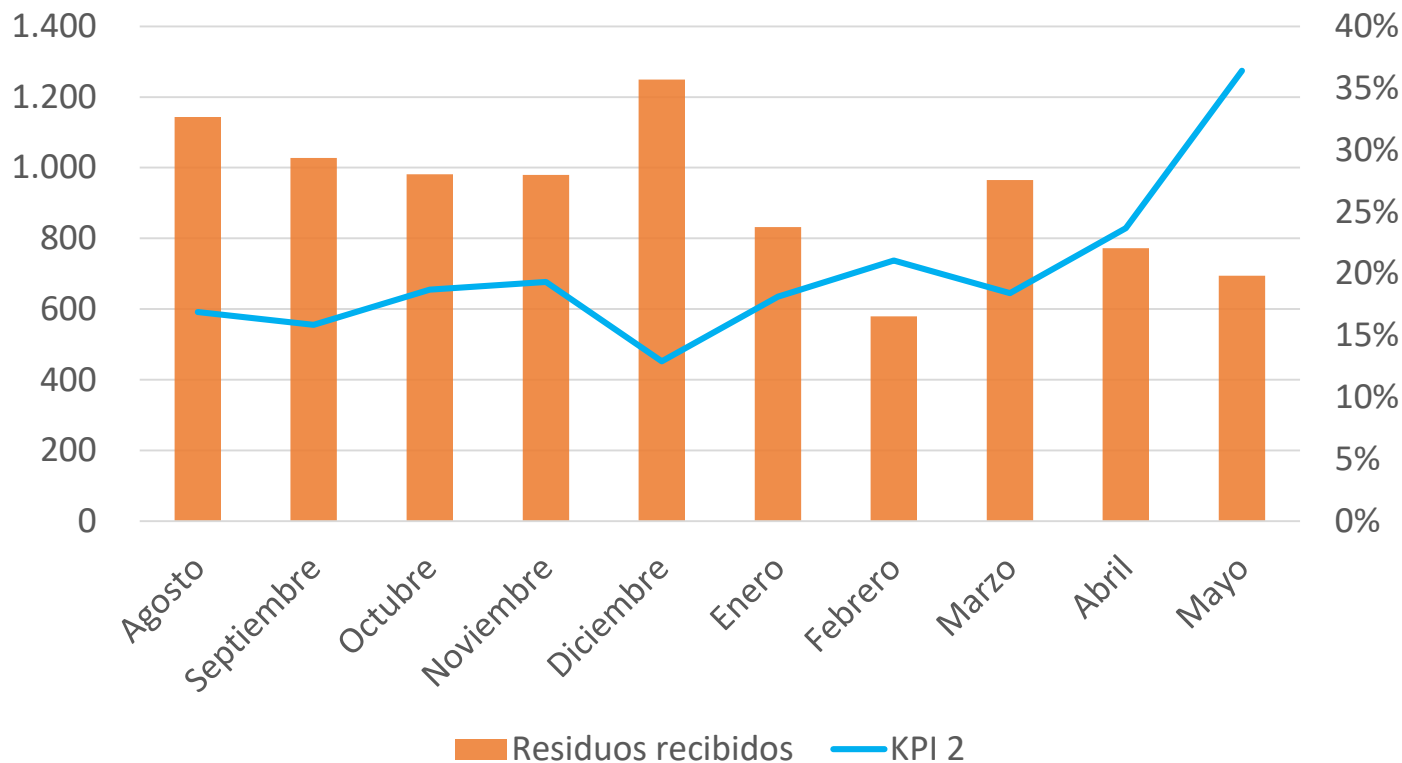
Indicador	Periodicidad de revisión	Responsable del valor	Acción que se espera lograr
Tasa de recolección selectiva de la comuna - KPI ₁	Mensual	Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Correcta segregación de residuos reciclables en origen
Tasa de recuperación de la comuna - KPI ₂	Mensual	Municipalidad KDM (eficiencia planta)	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de residuos no reciclables a reciclables dentro de la fracción inorgánica de los residuos • Incremento de las toneladas de residuos recuperadas en la PRR
Cantidad de residuos por habitante - KPI ₃	Anual	Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la tasa de generación de RSM en la comuna
Calidad de la segregación en origen - KPI ₄	Mensual	Municipalidad KDM (eficiencia planta) Demarco (recolección)	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de residuos no reciclables a reciclables dentro de la fracción inorgánica de los residuos • Incremento de las toneladas de residuos recuperadas en la PRR • Correcta segregación de residuos reciclables en origen

EJEMPLO DE USO DE LOS KPI

La investigación al servicio de una política pública sustentable



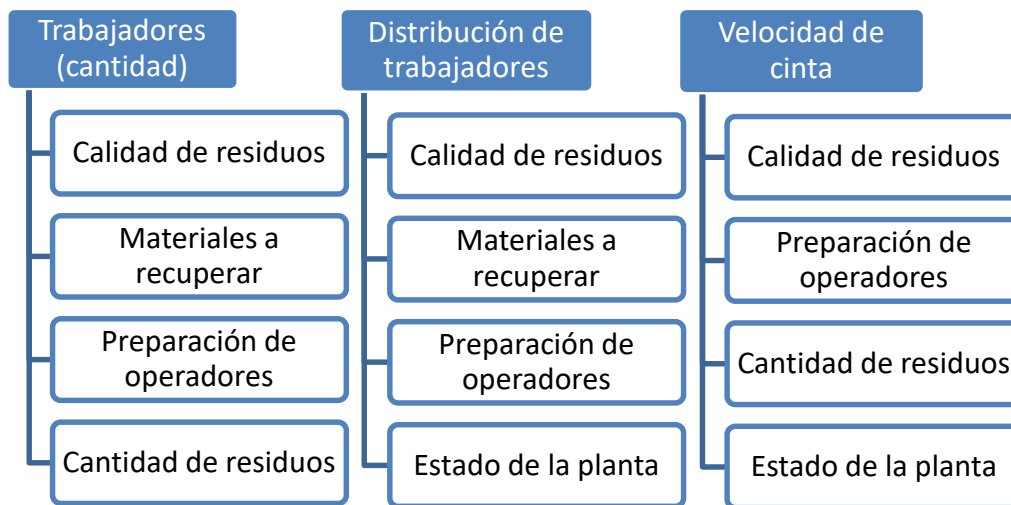
Evolución KPI2 (Tasa de recuperación de la comuna) y los residuos recibidos en la PRR



- Al analizar el valor de los KPIs en conjunto con el total recibido en la PRR mensualmente, se encontró una relación negativa entre las toneladas de residuos recibidos y el KPI2, equivalente al porcentaje de recuperación de la planta.
- Es decir, un aumento en las toneladas recibidas en la planta suele ir acompañado de una disminución en la tasa de recuperación.

Evolución KPI2 (Tasa de recuperación de la comuna) y los residuos recibidos en la PRR

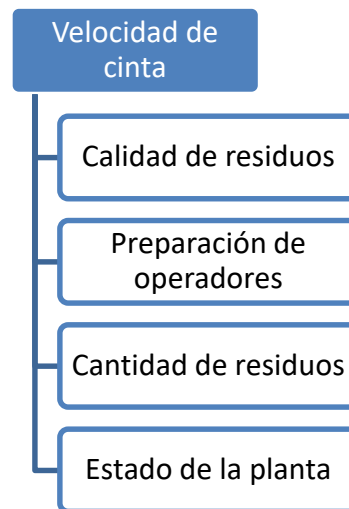
- La tasa de recuperación de residuos en la comuna, que el mes de mayo hubo un peak inusual, con un 37%, que corresponde a casi el doble de lo logrado para meses previos.



Revisar los factores clave los factores clave, se puede inferir que la **dotación y distribución de los trabajadores de la planta no ha variado** significativamente, considerando que en los últimos 10 meses no se habían logrado valores parecidos. Por lo tanto, se puede inferir que el origen de este aumento en el KPI2 se encuentra en la velocidad de la cinta transportadora.

Evolución KPI2 (Tasa de recuperación de la comuna) y los residuos recibidos en la PRR

- La calidad de los residuos se asume que es la misma, ya que no hay motivo para sospechar un cambio en el comportamiento de los habitantes o recolectores, ni una contingencia que no podría haber ocurrido en los últimos 10 meses.
- La cantidad de residuos presentó una disminución, lo cual tiene un efecto sobre la eficiencia de la planta. Sin embargo, esto por sí solo no justifica el gran aumento en el KPI2.
- El estado de la planta fue no óptimo ya que, como se evidenció en la visita a terreno en mayo el trommel estuvo fuera de uso por lo menos un par de días.
- Se debió modificar el factor de velocidad de cinta, y dentro de este, el parámetro de preparación de los operadores. Este parámetro depende de la capacitación previa, la cual no ha variado, según lo informado por KDM, por lo cual todo indica que se **modificaron las indicaciones diarias a entregar a cada operador**.



Al analizar esto en un contexto más general se puede apreciar que el mes de mayo fue un mes importante para KDM debido a la atención mediática negativa y la presión para mejorar el desempeño de la planta proveniente tanto de la Municipalidad de Lo Barnechea (en el contexto del presente estudio) como de otros actores (en el contexto de la Ley REP). Es esperable que, en respuesta a la creciente presión externa que la empresa busque alternativas para mejorar su desempeño.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Conclusiones

El estudio del sistema de gestión de residuos reciclables en su situación actual y en la potencialidad de aumento de la tasa de reciclaje efectivo requirió de una revisión exhaustiva de la información disponible y la comparación de esta con la información levantada durante las visitas a terreno y la posterior solicitud de información.

Este levantamiento de información permite detectar el caso óptimo del sistema de gestión y las desviaciones posibles a dicho sistema.

Tipo de desviación	Desviación A	Desviación B	Desviación C	Desviación D	Desviación E	Desviación F/G
Descripción	Residuos no reciclables (RNC) entran en el flujo de residuos reciclables	Residuos reciclables (RC) entran en el flujo de residuos no reciclables	Residuos no reciclables (RNC) erróneamente identificados como RC en la ETQ	No se sacan todos los residuos voluminosos del flujo	No se sacan todos los residuos requeridos en la etapa de preselección	No se sacan todos los residuos reciclables en la etapa de selección de material fino/grueso
Actores involucrados	Demarco (Recolector) Hogares de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea	Demarco (Recolector) Hogares de Lo Barnechea Municipalidad de Lo Barnechea	Demarco (Recolector) KDM – Operador romana ETQ Bravo Energy	KDM – Operadores PRR	KDM – Operadores PRR	KDM – Operadores PRR

Conclusiones

A partir del análisis de la operación normal y las posibles desviaciones del sistema de gestión y, en particular, la operación de la PRR se lograron identificar los parámetros más relevantes para la eficiencia del reciclaje efectivo.

Con estos parámetros en mente se desarrollan indicadores que permitan monitorear el correcto funcionamiento del sistema de gestión y, en el caso de que no funcione correctamente, los parámetros e información relevante que determinan dichos parámetros permitirán llegar a la fuente de desviación de la operación óptima.

Factor	Parámetros de los que depende	Información que los define
<ul style="list-style-type: none">• Dotación de trabajadores para cada turno de trabajo en la planta• Distribución de los trabajadores en la planta• Velocidad de la cinta transportadora	<ul style="list-style-type: none">• Cantidad de residuos a recibir• Calidad de los residuos recibidos• Materiales a recuperar• Preparación de los operadores• Estado de la planta	<ul style="list-style-type: none">• Mes, flujo esperado de residuos• Comuna de origen de los residuos• Evaluación del jefe de turno: Análisis diario de cómo llegan los residuos• Contingencias (contaminación, agua en los residuos o eventos especiales)• Equipos no disponibles por mantención• Equipos no disponibles por fallas• Residuos valorizables (base fija): número y tipo de residuos• Residuos potencialmente valorizables (piloto y/o acumulación)

Conclusiones

Se identifican oportunidades de mejora del sistema de manera transversal:

- Evaluación inicial de los residuos, por parte del jefe de turno (calidad de los residuos). Se proponen las siguientes recomendaciones:
 - Establecer criterios que determinen la evaluación de los residuos por comuna, de manera de hacer el proceso de evaluación objetivo y sistematizado, con una velocidad sugerida según la evaluación.
 - Existe una oportunidad de establecer obligaciones contractuales en base a dicha evaluación, de manera de que la empresa gestora (KDM) pueda entregar ciertas garantías de procesamiento de materiales, pero sujeto a una base de calidad de residuos.

- Preparación de los trabajadores de la PRR
 - Establecer residuos a recuperar fijos para los trabajadores.
 - Capacitación formal y estándar para los trabajadores en los residuos a recuperar, cómo identificarlos y residuos recurrentes.
 - Establecer capacitaciones periódicas para actualizar en residuos recurrentes u otros temas.
 - Agregar trabajadores al final de la línea para recuperar residuos potencialmente valorizables, para no afectar la recuperación base.

- Preparación de los transportistas para su trabajo (Demarco)
 - Capacitación formal y estándar para los trabajadores en los residuos a recolectar, y qué hacer en caso de encontrarse frente a residuos no apropiados

Conclusiones

Se considera relevante la identificación y reporte de cualquier información que pueda favorecer el proceso de detección de desviaciones y su origen. Esto no solo facilitará la solución de cualquier desviación, sino que también permitirá la correcta asignación de responsabilidades, y el uso adecuado de recursos. Con este fin se recomienda la solicitud incluir el reporte de la siguiente información:

- Identificación cualitativa de los productos y materiales en el rechazo de voluminosos.
- Identificación cualitativa de los productos y materiales en el rechazo final (capacidad planta).
- Reporte de fallas en la operación normal de la PRR (dotación, maquinaria, etc.).

El sistema de gestión de residuos reciclables es un sistema dinámico, por lo cual se debe estar siempre monitoreando y revisando con una visión crítica. Si bien el presente informe entrega guías con respecto a qué monitorear, cómo y cuándo monitorear, esto puede variar y debe ser analizado como tal.

El seguimiento y análisis crítico de los KPIs propuesto debiera permitir la identificación de nuevos factores de cambio y facilitar la mejora continua del proceso completo y la participación de cada actor.



MUCHAS GRACIAS