



PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Universidad de Santiago de Chile

Informe de resultados
junio 2023





ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	2
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS	3
3.1. OBJETIVO GENERAL	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. MARCO CONCEPTUAL	4
5. METODOLOGÍA	5
5.1. ETAPA 1: LÍNEA BASE	5
5.2. ETAPA 2: OPERACIÓN ACTUAL	5
5.3. ETAPA 3: DISEÑO DEL PLAN DE RESIDUOS Etapa 3: Diseño del Plan de Residuos	6
5.4. ETAPA 4: CIERRE	6
6. RESULTADOS	6
6.1. LÍNEA BASE	6
6.1.1. EMPRESAS A CARGO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	6
6.1.2. REGISTRO Y DECLARACIÓN DE RESIDUOS	8
6.1.3. LÍMITES FÍSICOS Y ORGANIZACIONALES	8
6.1.4. POBLACIÓN	9
6.1.5. GENERACIÓN DE RESIDUOS TOTALES E INFRAESTRUCTURA	9
6.1.6. PUNTOS DE CAPTACIÓN Y ZONAS DE ACOPIO	12
6.1.7. ITINERARIOS DE RECOGIDA	15
6.2. NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN ACTUAL	16
7. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	18
7.1. OBJETIVOS DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	18
7.2. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS	19
7.3. MEDIDAS INGENIERILES	21
8. CONCLUSIONES	25
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
10. ANEXOS	28
10.1. ANEXO 1: MAPA ZONAS DE ACOPIO INTERMEDIA Y FINAL	28



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento entrega los resultados del diagnóstico y el plan de gestión de residuos de las Facultades de Administración y empresas (FAE), Química y Biología y la Facultad Tecnológica (FACTEC). Este diagnóstico consideró los datos de 2022 para su análisis. El desarrollo de este estudio fue coordinado por el Área de sostenibilidad de la Unidad de Desarrollo Territorial y ejecutado por la consultora Realiza.

La metodología consistió en determinar una línea base del manejo actual de residuos, en donde se abordó las empresas, los registros y declaraciones, límites físicos, itinerarios y zonas de acopio. Dada la falta de información, en algunos casos se trabajó con fuentes de información cualitativas como visitas y entrevistas a personas de la comunidad.

Los principales resultados del diagnóstico son:

- La generación de residuos asimilables a domiciliarios es de 18,7 kg per cápita, por año.
- Se generan 140.538 kg de residuos domiciliarios, de forma anual y conjunta por las 3 facultades.
- El 85,9% de los residuos domiciliarios generados tiene potencialidad de reciclarse.
- No existe una frecuencia establecida para el retiro de residuos.
- Se encontró que los residuos domiciliarios se registran y declaran en el sistema sectorial de SINADER, pero hay dificultades en la declaración de residuos peligrosos en el sistema SIDREP.
- Se identificaron puntos de captación y zonas de acopio para la gestión de residuos, clasificados en diferentes etapas del proceso. Se determinó que los residuos peligrosos son un aspecto crítico a abordar, mientras que la gestión de residuos domiciliarios tiene puntos críticos en su operación, pero buen sistema de reporte.

A partir de este diagnóstico, se elaboró un plan de gestión que tiene como objetivo regularizar la gestión de residuos domiciliarios y peligrosos, aumentar la tasa de reciclaje y reducir los residuos en general. Las medidas más importantes del plan son:

- Contratación de una empresa especializada en la gestión de residuos sólidos.
- Creación de protocolos para el manejo integral de residuos y residuos peligrosos.
- Compromiso institucional para implementar estrategias de "basura cero".
- Mejoramiento de las zonas de acopio de residuos peligrosos.
- Aumento de la capacidad de captación de reciclaje inorgánico.
- Implementación de plantas de vermicompostaje y un sistema de manejo sustentable de podas y hojas.



2. INTRODUCCIÓN

En el contexto de las instituciones de educación superior en Chile y su compromiso creciente con la sustentabilidad, la Universidad de Santiago de Chile (USACH) ha contratado a la consultora Realiza para llevar a cabo un estudio especializado en la gestión de residuos en sus instalaciones con foco a cumplir lo establecido por el Acuerdo de Producción Limpia II.

El estudio se enfocó en analizar la Facultad de Química y Biología, la Facultad Tecnológica y la Facultad de Administración y Economía de la USACH, con el objetivo de evaluar la situación actual de la gestión de residuos y proponer estrategias de mejora.

El proceso, realizado entre abril y junio de 2023, se centró en diagnosticar la gestión de los residuos en estas facultades. El informe detalla los objetivos establecidos, los conceptos fundamentales, los pasos metodológicos seguidos y los resultados clave obtenidos.

El informe se presenta como una guía práctica y viable para que la USACH avance hacia una gestión de residuos más sostenible y alineada con los estándares nacionales e internacionales. Se proporcionan recomendaciones concretas que contribuyen a la reducción del impacto ambiental de la universidad en esta materia.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Plan de gestión de residuos para FACTEC, FAE y Facultad de Química y Biología de la USACH

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el desempeño del sistema de gestión de residuos actuales utilizando la metodologías acorde al contexto de campus universitarios
- Proponer medidas de mejora para reducir y mejorar la gestión de residuos



4. MARCO CONCEPTUAL

Los siguientes conceptos proveen la base teórica y normativa necesaria para comprender los enfoques y estrategias aplicables en el ámbito de la gestión de residuos de la organización.

- Basura cero¹: Enfoque clave para una gestión sostenible de los residuos, promoviendo la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de los mismos, evitando su disposición final. La educación y sensibilización de la comunidad universitaria son fundamentales, incentivando la reducción en la fuente, evitando el desperdicio y optando por productos duraderos y reutilizables.
- Residuos sólidos domiciliarios: Comprenden los materiales generados por hogares y establecimientos similares, como papel, cartón, plásticos, vidrio y residuos orgánicos. Requieren un proceso de recolección selectiva, clasificación, transporte y disposición final segura y responsable.
- Residuos peligrosos: Son aquellos que presentan características nocivas para la salud humana y el medio ambiente. Estos residuos, de origen doméstico, industrial o de servicios de salud, requieren un manejo especializado debido a su toxicidad, inflamabilidad, corrosividad y reactividad. Es esencial implementar medidas específicas para su correcta identificación, clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final, minimizando los riesgos asociados.
- SINADER (Sistema Nacional de Información de la Gestión de Residuos): Creado por el Ministerio del Medio Ambiente, es una plataforma digital que recopila y gestiona información sobre la generación, manejo y disposición final de residuos en Chile. Facilita el seguimiento, control y toma de decisiones informadas, promoviendo la planificación estratégica en la gestión de residuos.
- RESPEL (Registro de Productores y Operadores de Residuos Peligrosos): Establecido por el Ministerio del Medio Ambiente, tiene como objetivo identificar y regular a los generadores, transportistas y gestores de residuos peligrosos. Garantiza un manejo adecuado y una disposición final responsable, fomentando la responsabilidad extendida del productor y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

¹ Este enfoque, respaldado por la Fundación Ellen MacArthur, organización que impulsa la transición hacia una economía circular, donde los residuos se ven como recursos y se busca eliminar el concepto tradicional de "desperdicio". Su enfoque de basura cero se alinea con los principios de la economía circular, que busca cerrar los ciclos de materiales y minimizar la generación de residuos. Más información en <https://ellenmacarthurfoundation.org/es>



- **Reciclaje orgánico:** Proceso de descomposición y transformación de materiales orgánicos, como restos de alimentos y residuos de jardín, en compost o abono natural. A través de la acción de microorganismos, como bacterias y hongos, se convierte la materia orgánica en un producto rico en nutrientes que se puede utilizar como fertilizante en la agricultura, jardinería u otras aplicaciones.
- **Reciclaje inorgánico:** Enfocado en la recuperación y reutilización de materiales no biodegradables como plástico, vidrio, papel, cartón y metales. Estos materiales se recolectan, clasifican y procesan para ser transformados en nuevos productos o materiales, mediante procesos como trituración, fundición y derretimiento, según el tipo de material.

5. METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo, se desarrolló la siguiente metodología estructurada en cuatro etapas: Línea base, operación actual, diseño del plan de gestión y cierre. Cada etapa contempla subetapas específicas y preguntas guía que permitirán recopilar información relevante para el levantamiento y análisis de datos.

5.1. ETAPA 1: LÍNEA BASE

En esta etapa inicial, se ejecuta un levantamiento de información administrativa asociada a la gestión de residuos en las facultades. Se busca identificar las empresas encargadas de la gestión de residuos y reciclaje en cada facultad, sus contratos, certificados de recepción final y las personas responsables de esta gestión. También se investiga si existe un registro de los residuos generados en cada facultad y quiénes son las personas encargadas de declarar en los sistemas SIDREP y SINADER.

5.2. ETAPA 2: OPERACIÓN ACTUAL

En esta etapa se evalúa el desempeño actual de la operación de gestión de residuos en las facultades, considerando variables cuantitativas y cualitativas en el contexto de los campus universitarios. Se analiza la caracterización de la facultad, incluyendo límites físicos y organizacionales, población y producción de residuos. Además, se identifican los puntos de captación, zonas de acopio, rutas e itinerarios de recogida, y se realiza una visita técnica para verificar y registrar información en terreno. Se evalúa el nivel de desempeño de la gestión actual y se analizan los hallazgos relevantes.



5.3. ETAPA 3: DISEÑO DEL PLAN DE RESIDUOS

En esta etapa se elabora el plan de gestión de residuos, considerando un listado de iniciativas de mejora. Se proyectan mejoras en el desempeño, se definen metas, responsables y plazos, y se elabora una propuesta integral para la gestión de residuos en las facultades.

5.4. ETAPA 4: CIERRE

En esta última etapa, se finaliza el plan de gestión de residuos, se elabora un informe en formato de memoria de cálculo y se registran los antecedentes relevantes. Finalmente, se presenta el cierre del proyecto, destacando las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del proceso.

6. RESULTADOS

6.1. LÍNEA BASE

Si bien el objetivo del proyecto busca diagnosticar la generación de residuos en un inicio a nivel de facultad, este nivel de datos tuvo que modificarse en función a los antecedentes recopilados.

6.1.1. EMPRESAS A CARGO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Las 3 facultades generan residuos asimilables a domiciliarios. Gestión Ecológica de Residuos S.A. (GERSA) es la empresa a cargo del retiro de estos y retira los residuos de toda la universidad. El contrato contempla:

- arrendamiento de contenedores
- retiro de residuos domiciliarios
- traslado
- depósito final.

El reciclaje de la universidad se gestiona a nivel de campus, a través de distintas organizaciones:

La empresa REDCICLACH, es la encargada de recuperar latas y botellas plásticas PET, a través de contenedores inteligentes. Actualmente, existen 8 contenedores dispuestos en el campus. En coordinación con 2 recicladores de base certificados por la Ilustre Municipalidad de Estación Central se gestiona el retiro de residuos, el cual ocurre hasta 3 veces al mes, dependiendo de las jornadas y los volúmenes generados. De forma mensual,



REDCICLACH entrega el registro de la cantidad de residuos recuperados con su respectivo certificado de disposición.

La Fundación San José, está a cargo de la recuperación de papel. Existe un convenio vigente entre la Universidad de Santiago de Chile y San José, Fundación para la Adopción. Dicho convenio, expresa de manera general que, la institución permitirá la ubicación permanente en sus instalaciones de las cajas recolectoras, provistas por la Fundación, por cada dependencia de la Universidad adherida al programa de recuperación de papel, se asigna a un contacto/responsable de hacer nexo entre la Universidad y la Fundación para coordinar retiro de residuos. También, la Fundación entrega certificados de donación para retiros superiores a 100 kilos o que tengan un acumulativo a esta cantidad durante el año calendario.

Recientemente, se generó un Acuerdo de Colaboración entre la Universidad de Santiago de Chile y la Empresa Gestión Ambiental Pañiwe Ltda., quienes han convenido suscribir un acuerdo de participación conjunta, planteando reforzar y potenciar mutuamente acciones en la gestión de residuos generados en la comunidad y sus instalaciones, priorizando su valoración, reciclaje u otra actividad que apunte al desarrollo conjunto de proyectos en temáticas ambientales. Pañiwe se encargará de la recuperación de residuos eléctricos y electrónicos, implementando su primer contenedor en junio del 2023. Por ende, la entrega de certificados de recepción final por parte de la empresa, comenzarán desde julio o agosto del presente año.

Por otra parte, la Empresa Resin SpA. es quien se ha adjudicado las últimas licitaciones para la recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos y especiales. Éstos se disponen en la Planta ubicada en el Predio Santa Elena de Lonquén S/N, comuna de Talagante, Relleno Sanitario Consorcio Santa Marta.

Es importante resaltar que lo que aquí se expone en cuanto a materia de alianzas para la gestión de residuos en la Universidad, no es representativo en su totalidad del escenario de las facultades estudiadas: en el caso de la Facultad de Química y Biología, sólo existe contenedor para la segregación de papel blanco, sin embargo, no es utilizado, ya que la gestión de papel es realizada por un auxiliar de la misma facultad. La comunidad administrativa y académica acopia el papel generado en las oficinas, para más tarde ser retirado por el auxiliar de aseo, quien lo retira y vende.

6.1.2. REGISTRO Y DECLARACIÓN DE RESIDUOS

Para el caso de los residuos domiciliarios, desde diciembre de 2020 se declara en ventanilla única RETC en el sistema sectorial de SINADER. Durante 2022 se declararon un total de 626.090 kg a nivel de universidad.

Para el caso de los residuos peligrosos, estos se deben declarar en SIDREP. Actualmente la universidad no está declarando en este sistema sectorial pues aún no tienen habilitado el usuario en RETC. Este proceso lleva reiterados intentos por habilitar oficialmente la declaración, pero se ha rechazado la solicitud por parte del Minsal principalmente por una declaración equivocada de los residuos.

6.1.3. LÍMITES FÍSICOS Y ORGANIZACIONALES

Los límites del campus y sus áreas de influencia definidas para el plan de gestión de residuos se presentan en el siguiente mapa:



Figura 1: Mapa con ubicaciones de las facultades y su área de influencia



Es importante destacar también que dado que la gestión de residuos asimilables a domiciliarios se da a nivel del campus, la gestión por cada facultad depende de la administración central.

6.1.4. POBLACIÓN

Para 2022, considerando a los estudiantes matriculados, independiente de si su matrícula corresponde al primer semestre, segundo semestre o ambos, se definió un universo estudiantil de 27.250 alumnos. Para el mismo año, el número de académicos y funcionarios de la Universidad fue de 6.229, considerando académicos de planta, funcionarios no académicos y colaboradores, con contratos indefinidos, a plazo fijo o honorarios. Lo anterior da una población total de 33.479 personas.

En relación a la población de estudiantes, funcionarios académicos y no académicos de las Facultades de Administración y Economía, Tecnología y, Química y Biología se describe en detalle en la siguiente tabla.

Tabla 1: Población por facultad

Unidad	Población	Porcentaje del total (%)
Facultad de Administración y Economía	4.450	13,3%
Facultad Tecnológica	1.780	5,3%
Facultad de Química y Biología	1.285	3,8%
Total universidad	33.479	100,0%

Con esta información podemos observar que la población de dichas facultades corresponde al 22,4% del universo total de estudiantes y funcionarios de la institución.

6.1.5. GENERACIÓN DE RESIDUOS TOTALES E INFRAESTRUCTURA

Para la determinación de los residuos sólidos domiciliarios se trabajó con la información declarada en RETC por SINADER y la proporcionada por el equipo contraparte. Para determinar el detalle por facultad se hizo un ajuste por proporción de personas considerando una generación per cápita de 18,7 kg por año.

Para el caso de los residuos peligrosos, sólo se estimó que FACTEC produce 515 gr de residuos peligrosos declarado por Egor Montecinos Espinoza; Jefe de Bienes y Servicios FACTEC. Para el caso de Química y Biología, se determinó un total de 112,2 kg de residuos peligrosos biológicos y 2.783,67 kg de residuos peligrosos químicos. La siguiente tabla resume esta información.



Tabla 2: Residuos generados por facultad

Unidad	Producción de residuos asimilables a domiciliarios (kg)	Producción de residuos peligrosos (kg)
Facultad de Administración y Economía	83.219	0
Facultad Tecnológica	33.288	0,52
Facultad de Química y Biología	24.031	2.895,9

Para la determinación de las proporciones por material se utilizó el trabajo de titulación de Arancibia y Díaz, "Propuesta de Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la Universidad de Santiago de Chile" de 2016. Para verificar la información declarada en este estudio se contrastó con el estudio de 2004, " Cuantificación de material residual domiciliario, RVM, mediante la aplicación de una prueba experimental de recuperación de residuos" y con el estudio de factibilidad técnico ambiental, social y económica para la implementación del plan de acción "Santiago Recicla" 2010-2011, llevado a cabo por Ingeniería Alemana S.A.

A partir de lo anterior, se trabajó con la población de cada facultad, la proporción por material y la producción per cápita para determinar el total anual por material y por facultad. En la siguiente tabla se resume esta información.

Tabla 3: Residuos generados por facultad y fracciones másicas por tipo de material

Material	Fracción másica%	Producción anual FAE (kg)	Producción anual FACTEC (kg)	Producción anual Q&B (kg)	Producción total 3 facultades (kg)
Textiles	1,0%	832	333	240	1.405
Aluminio	1,9%	1.581	632	457	2.670
Otros metales	0,1%	6.658	2.663	1.922	11.243
Cartón	8,0%	5.825	2.330	1.682	9.838
Papel	7,0%	2.497	999	721	4.216
Vidrio	3,0%	7.490	2.996	2.163	12.648
Otros	11,0%	46.603	18.641	13.457	78.701
Voluminosos	3,0%	83	33	24	141
Plásticos	9,0%	9.154	3.662	2.643	15.459
Orgánicos	56,0%	2.497	999	721	4.216
Total	100,0%	83.219	33.288	24.031	140.538

Es importante destacar que existen también otras dos fuentes de registro de información en materia de residuos. Por un lado, la gestión del reciclaje que recientemente se está incorporando de forma oficial. Según los registros, durante agosto y diciembre de 2022 se reciclaron 13.248 kg de PET y 11.903 kg de aluminio. Por otro lado, la generación de residuos de la construcción asciende a 1.316 toneladas de escombros y otros residuos producidos durante 2022 . Estas dos fuentes de información se dan a nivel de universidad por lo que la gestión de residuos de estos se considerará de forma indirecta en este plan de gestión.

A modo de resumen, se presenta en el siguiente diagrama el flujo de materiales dado por las 3 facultades y las empresas gestoras. En este diagrama solo se consideraron los residuos asimilables a domiciliarios y el reciclaje. En el eje de la izquierda se presentan las 3 facultades en donde la distancia vertical es proporcional a la cantidad de los residuos que genera cada una. En el eje central se presenta la clasificación por material en donde la distancia vertical es proporcional a la presencia de ese material en el total general. Por último, en el eje de la derecha se presenta la distribución de la gestión de estos materiales. La distancia vertical es proporcional a la cantidad de residuos que gestiona cada una de las empresas.

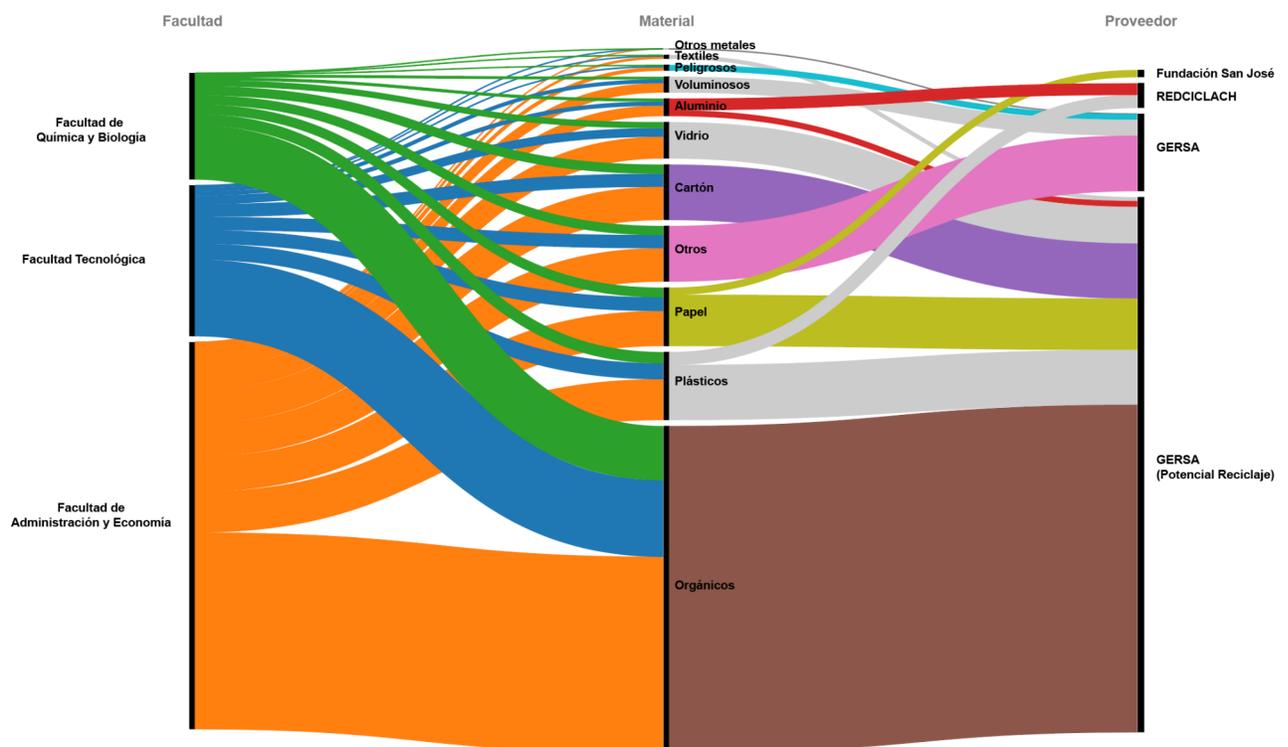


Figura 2: Diagrama aluvial de la producción de residuos por facultad, la fracción másica por materiales y el flujo a empresas gestoras de residuos en 2022



A partir de los datos y de esta representación gráfica, se aprecia que el potencial reciclaje que tiene la universidad es bastante, presentando una mayor proporción de reciclaje orgánico. De los 140.538 kg generados de forma anual de forma conjunta por las 3 facultades, se estima que aproximadamente el 85,9% de estos se puede valorizar. Esto da luces de la gran oportunidad que existe para aumentar la tasa de reciclaje de la institución y fomentar otras formas de valorización de residuos.

6.1.6. PUNTOS DE CAPTACIÓN Y ZONAS DE ACOPIO

Para este plan de gestión de residuos se clasificaron los contenedores en 3 tipos:

- Puntos de captación: corresponden a contenedores ubicados en patios u oficinas. Son los recipientes que almacenan los residuos generados en el día a día.
- Zonas de acopio intermedia: corresponden a zonas dentro de la universidad en donde se ubican contenedores de 1100 L para captar los residuos que vienen de los puntos de captación.
- Zonas de acopio final: zona en donde se acopian todos los residuos de la universidad para luego ser retirados por la empresa GERSA.

En anexos 1 se presenta un mapa con las zonas de acopio intermedia y final.

Facultad de Administración y Economía

Los residuos asimilables a domiciliarios son captados en contenedores de 12 litros dispuestos en salas, patios, oficinas y baños. Éstos son retirados por auxiliares de aseo, en turnos de mañana y tarde, con contenedores de 200 litros, que al alcanzar su capacidad de acopio, son vaciados en la zona de acopio intermedia.

Durante el retiro de los puntos de captación, por parte del personal de aseo, ellos separan los envases de aluminio para posteriormente venderlos, e incorporar esa ganancia en beneficio personal. Se estima una captación de 400 L a la semana de este material gestionado por personal de aseo.

El edificio antiguo cuenta con contenedores de 200 litros destinados a la captación de algunos residuos con potencialidad de valorización, sin embargo, la basura en su interior corresponde a todo tipo de residuos.

En el edificio nuevo en cambio, existe un contenedor de REDCICLACH para la captación de botellas plásticas (PET) y envases de Aluminio, ubicado en el primer piso del patio central.

Las siguientes imágenes muestran los contenedores de los puntos de captación de la facultad.



Figura 3: Contenedores de los puntos de captación FAE

Facultad Tecnológica

Los residuos asimilables a domiciliarios son captados en contenedores de 12 litros dispuestos en salas, oficinas, baños y patio central, de ambos edificios. Éstos son retirados por auxiliares de aseo, en turnos de mañana y tarde, con contenedores de 200 litros, que al alcanzar su capacidad de acopio, son vaciados en la zona de acopio intermedia.

Dado que la Facultad Tecnológica cuenta con dos edificios lejanos entre sí, las zonas de disposición intermedia se encuentran ubicadas en dos puntos distintos, dispuestos en: la zona posterior del estacionamiento de Industrias y en el interior del patio central de la facultad ubicada en ex Liceo Ruiz Tagle.

Existe un contenedor de REDCICLACH para la captación de botellas plásticas (PET) y envases de Aluminio, ubicado en el frontis del edificio del interior del Campus.

Los residuos peligrosos generados en ambos edificios, se acopian al interior de los laboratorios en botellas recicladas de reactivos. Se realizan también algunas medidas para disminuir el volumen de éstos residuos, tales como, la neutralización de residuos ácidos y básicos, mediante la adición de bicarbonato de sodio, para ser vertidos al desagüe común, y también se realiza esterilización de los medios de cultivo biológico y son sumados a la basura asimilable a domiciliaria.

Las siguientes imágenes muestran los contenedores de los puntos de captación de la facultad.



Figura 4: Contenedores de los puntos de captación FACTEC

Facultad de Química y Biología

Los residuos asimilables a domiciliarios son captados en contenedores dispuestos dentro de la facultad. En pasillos existen 2 basureros de 55 litros y, en baños y oficinas hay contenedores de 12 litros. Al ser retirados de la facultad, el acopio de éstos se realiza en 3 contenedores de 1.100 litros, dispuestos en la esquina suroriente de la facultad.

Uno de los auxiliares de aseo, acopia papel blanco para su venta en beneficio personal. El papel es retirado directamente de los basureros y en oficinas, donde el personal administrativo lo junta para él.

Los residuos peligrosos y especiales generados en los más de 50 laboratorios no cuentan con recipientes establecidos para su captación. Generalmente se reutilizan contenedores de reactivos que estén vacíos y con tapa, y se disponen bajo campana o cooler, según su tipología. Cuando los residuos son retirados de los laboratorios para su posterior retiro por la empresa concertada tras licitación, se acopian en un espacio de la bodega de reactivos, sin ninguna medida en particular.

Las siguientes imágenes muestran los contenedores de los puntos de captación de la facultad.

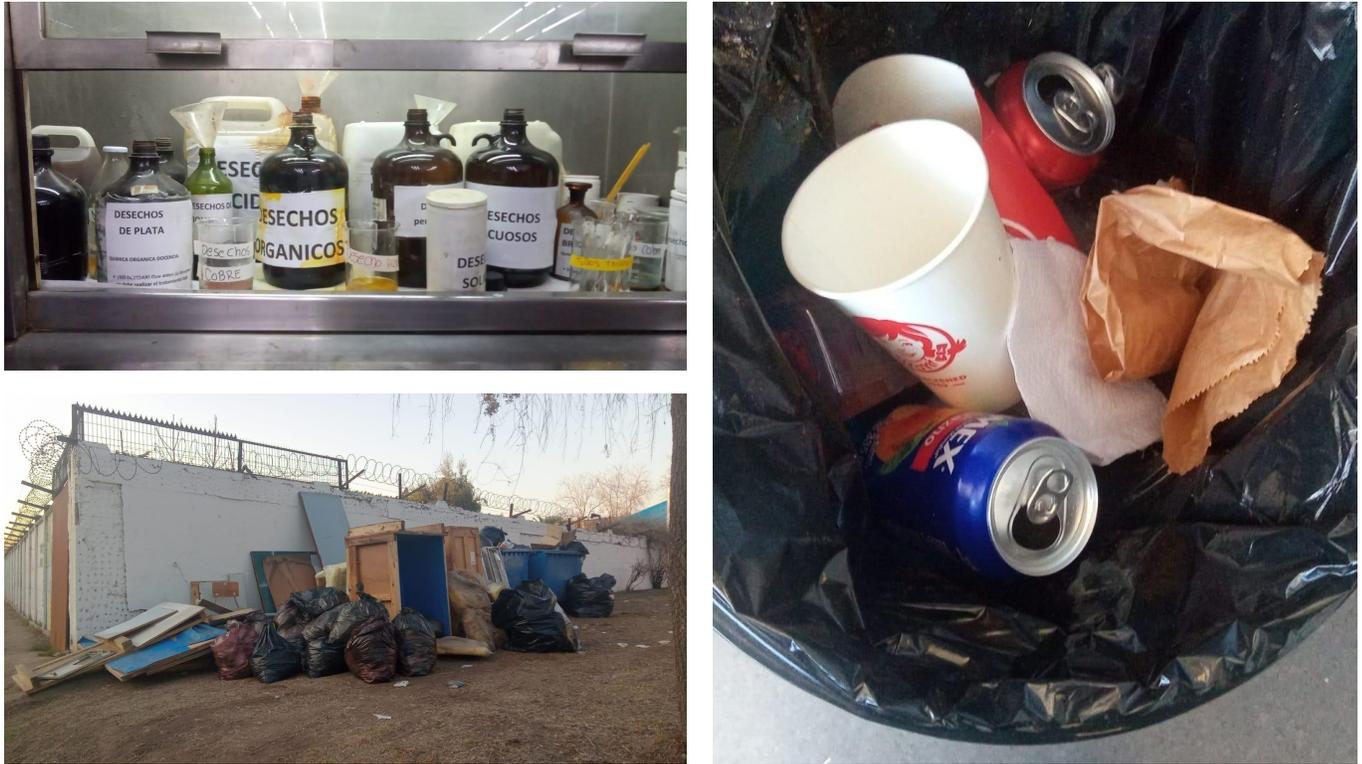


Figura 5: Contenedores de los puntos de captación Facultad de Química y Biología

6.1.7. ITINERARIOS DE RECOGIDA

Respecto a los itinerarios de recogida, se determinó que no hay una frecuencia definida para retirar los residuos asimilables a domiciliarios dentro de la universidad. La operación de retiro se realiza a pedido lo que genera que haya momentos en donde las zonas de acopio intermedias se transformen en microbasurales al colapsar la capacidad de los contenedores.

Junto a esto, la zona de acopio final y el retiro de los residuos totales de la universidad tampoco tiene una frecuencia definida lo que se ha traducido en que exista un vertedero en el sector aledaño a la cancha de la universidad.

Para el caso del reciclaje, no hay una periodicidad fijada, los contenedores indican cuándo se deben retirar. La recicladora de base de estación es quien realiza el retiro de los residuos cuando la empresa la contacta. Se declaró que el reciclaje presenta un componente estacional, generando mayor retiros en meses cálidos.



En el caso de residuos peligrosos, la situación es similar. No existe una frecuencia establecida para el retiro de los residuos. Generalmente se realizan retiros semestrales o trimestrales, los cuales son gestionados por Juan Madrid, el jefe del laboratorio de Química y Biología, a través de licitación. No existe convenio establecido con ninguna empresa de gestión de ResPel. El retiro de los residuos peligrosos desde la Facultad Tecnológica, se gestiona en apoyo con otras facultades, principalmente la de Química y Biología.

6.2. NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN ACTUAL

Debido a la contingencia de la organización, no se logró determinar información importante sobre rutas y tiempos de recogida dentro de los plazos establecidos por la consultoría. Esto debido a un proceso de internalización y reestructuración del Departamento de Campus por llegada de nueva jefatura. Dado esto, la evaluación cuantitativa del desempeño de la operación no se logró desarrollar con la metodología prevista.

Para determinar el nivel de desempeño con la información disponible, se entrevistaron a actores clave de la operación de residuos de la universidad y de cada facultad. Por parte del reciclaje se entrevistó al CEO de REDCICLACH, Roberto Peña. Por parte de las facultades se entrevistó a Juan Madrid, Jefe de laboratorio de la facultad de Química y Biología, personal de aseo y mayordomo de las tres facultades y, profesores y asistente técnico en laboratorios de la Facultad Tecnológica.

En términos del nivel de desempeño del reciclaje, se trabajó a partir de la entrevista con Roberto en donde se determinó que la operación tiene un buen desempeño en términos generales, los 8 contenedores hasta ahora han funcionado sin problemas y sin presentar mal uso por parte de la comunidad. No se detectan problemas hasta ahora en términos administrativos y operativos. Se suma a esto que la empresa transparenta que sus residuos se tratan con Ultrapac Sudamérica S.A.

El componente que más se enfatizó para mejorar tiene que ver con la comunicación y la educación ambiental de la comunidad universitaria en relación con los residuos. Esto para disminuir la cantidad de residuos generados y aumentar la tasa de reciclaje. Junto a esto, se hace énfasis en consolidar el compromiso institucional con la sustentabilidad en general, más allá de los residuos entendiendo la importancia de esta variable en la comunidad universitaria y en aspectos de acreditación o similares.

Respecto al nivel de desempeño de la gestión de residuos asimilables a domiciliarios, se trabajó con la experiencia del equipo del área de sostenibilidad y las visitas técnicas. A partir de estas, se determinó que la operación actual de residuos asimilables a domiciliarios presenta importantes oportunidades de mejora en su operación,



específicamente relacionada a la frecuencia de retiros, definición de protocolos y el mantenimiento de las zonas de acopio.

Por último, respecto al nivel de desempeño de los residuos peligrosos se identificó que el sistema tiene falencias en términos del acopio, bodegaje y protocolos. Observando que, sus oportunidades de mejora radican en avanzar hacia el cumplimiento de la normativa vigente con consideraciones de higiene y seguridad laboral, mediante la actualización o elaboración de procedimientos e inducción a los equipos de trabajo, designación de roles para el desarrollo óptimo de la gestión, categorización de los residuos y de sus características de riesgo, definición de las cualidades de envases y rotulado en las unidades de acopio y acumulación de residuos, definición y acondicionamiento de zonas de acopio, en función de lo establecido en la normativa de residuos y de higiene y seguridad laboral establecida.

Luego del análisis de diagnóstico de las 3 facultades, se determinaron 3 niveles para evaluar el desempeño, considerando dos dimensiones. La dimensión operativa aborda el componente de la gestión directa de residuos, vale decir, el retiro de residuos de zonas de captación, el transporte, el acopio y las condiciones sanitarias de estas. La segunda dimensión es la de reporte y declaración la cual aborda el aspecto administrativo de la gestión, es decir, la cuantificación de los residuos, la sistematización de la información y la declaración ante el MMA.

La siguiente tabla resume la información del nivel de desempeño. Para esto se definieron 3 niveles. El nivel 3 corresponde al mejor desempeño, el nivel 2 a un desempeño medio y el nivel 1 un mal desempeño. En función al nivel asignado por el equipo consultor, se sugieren medidas en el Plan de Gestión de Residuos para mejorar este desempeño.

Tabla 4: Residuos generados por facultad y fracciones másicas por tipo de material

	Residuos asimilables a domiciliarios		Residuos peligrosos		Reciclaje	
	Operación	Reporte y declaración	Operación	Reporte y declaración	Operación	Reporte y declaración
Facultad de Administración y Economía	2 ▾	3 ▾	- ▾	- ▾	3 ▾	3 ▾
Facultad Tecnológica	2 ▾	3 ▾	1 ▾	1 ▾	3 ▾	3 ▾
Facultad de Química y Biología	2 ▾	3 ▾	1 ▾	1 ▾	3 ▾	3 ▾



7. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

7.1. OBJETIVOS DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Objetivo 1: Regularizar la gestión actual de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios poniendo foco en recolección y almacenamiento.

Metas:

- a) Contratar empresa gestora de residuos sólidos asimilables a domiciliarios para la universidad definiendo un itinerario y ruta de recolección mensual de los puntos de acopio intermedio para 2023.
- b) Crear protocolo de registro y declaración de residuos sólidos asimilables a domiciliarios para 2023.

Objetivo 2: Regularizar la gestión actual de los residuos peligrosos poniendo foco en recolección, almacenamiento y registro.

Metas:

- a) Crear y difundir protocolo de registro y declaración de residuos peligrosos para 2023.
- b) Habilitar sistema sectorial para declarar ante MINSAL los residuos peligrosos generados a través de ventanilla única RETC para 2023.
- c) Reacondicionar zona de almacenamiento y sistema de rotulado de residuos peligrosos para 2024.

Objetivo 3: Aumentar la tasa de reciclaje y disminuir los residuos totales generados considerando 2022 como año base

Metas:

- a) Aumentar la capacidad de captación de reciclaje en un 15% para 2024.
- b) Crear puntos de acopio de residuos peligrosos y de vidrio.
- c) Crear campañas de difusión de buenas prácticas sustentables en materia de residuos y valorización.



7.2. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

a) Licitación de empresa de gestión de residuos sólidos asimilables a domiciliarios

Asociado a la Meta 1.a) se propone abrir una licitación para la contratación de una empresa gestora de residuos de la universidad. Este es un eje central que permitirá trabajar sobre esta operación. Existe una oportunidad para que al contratar una nueva empresa, se puedan considerar dimensiones de valorización de residuos y planes de reducción anual de residuos en el contrato. De la mano con esto, la vinculación con recicladores base entre otras dimensiones asociadas a la ley REP, deberían moldear un nuevo proceso de gestión de residuos dentro de la institución.

b) Protocolo de manejo integral de residuos

Asociado a la Meta 1.b) se propone elaborar un protocolo de manejo integral de residuos definiendo claramente los siguientes puntos:

- Flujo del proceso actual, considerando generación, almacenamiento, recolección y retiro por empresa externa.
- Roles y responsabilidades para cada unidad participante y canales de comunicación.
- Plan de contingencia para eventos o situaciones de urgencia que puedan generar colapso de los puntos de acopio.
- Reporte y declaración en SINADER del MMA con el detalle mensual de producción de residuos.

Este protocolo debería abordar los residuos reciclables y no reciclables.

c) Protocolo de gestión, registro y declaración de residuos peligrosos

Asociado a la Meta 2.a), el Decreto 148 del MINSAL define los lineamientos generales en torno a los Residuos Peligrosos en el marco de la cual se elaboran las siguientes dimensiones de esta medida:

- Procedimientos: es necesario elaborar o actualizar, en caso de que existan, informes con los protocolos para el manejo de residuos peligrosos:
 - Medidas de seguridad para la manipulación de residuos peligrosos
 - Protocolo de acciones para la reducción en fuente de residuos peligrosos
 - Disposición de residuos peligrosos
 - Declaración de procesos

Se propone además que éstos protocolos sean revisados y actualizados, al menos anualmente, y se asegure estar considerando la mejor técnica disponible para la



prevención y minimización, tanto en la generación de ResPel como en los riesgos asociados a su manipulación.

- Inducciones: con el propósito de que los procedimientos que se establezcan puedan ponerse en práctica, es necesario capacitar a los usuarios de los laboratorios generadores de residuos, cada vez que éstos sean actualizados. Comprendiendo al equipo académico y estudiantil que realiza actividades en un laboratorio donde se generen residuos peligrosos, y a personal de aseo, en caso de ser incorporados en alguna labor dentro del diagrama de flujo de disposición de los residuos.
- Designación de roles para el desarrollo óptimo de la gestión: para el correcto desarrollo de los protocolos y medidas adoptadas para la correcta gestión de residuos peligrosos, es necesario definir encargados para, al menos, las siguientes labores:
 - Verificar la disponibilidad de elementos para el manejo seguro (contenedores, bidones, rótulos de riesgo, etc.)
 - Definir un lugar para su acumulación transitoria
 - Asegurar el cumplimiento del Plan de Manejo de Residuos Peligrosos
 - Asegurar la Declaración de Procesos y Residuos
 - Implementar procedimientos para minimizar su generación en el laboratorio
 - Actualizar a la comunidad en torno a las medidas sugeridas en la Guía de Mejores Técnicas Disponibles (MTD).
- Regularización RETC SIDREP: de la mano con estas iniciativas, es importante abordar la regularización de este sistema sectorial para estar en normal sobre este proceso.

d) Compromiso institucional basura cero

Similar a lo que ocurre en energía, la gestión de residuos tributa también a la huella de carbono y, al igual que esta área clave, la declaración formal e institucional respecto a estrategias institucionales de basura cero son un paso clave en consolidar estas iniciativas de forma aunada. Esta medida se vincula con la Meta 3.a), 3.b) y 3.c), en donde se plantea utilizar los mecanismos institucionales como políticas, modelos o planes, para marcar una hoja de ruta en torno a la gestión de residuos pensando en el mediano y largo plazo. Esto debe continuar con lo propuesto en la Política de Sustentabilidad, en donde a través de los lineamientos estratégicos se presenta la importancia de esta problemática. Por último, se sugiere acompañar esta formalización con instancias como campañas o ferias.



7.3. MEDIDAS INGENIERILES

a) Categorización de los residuos y de sus características de riesgo

Con el objetivo de comprender el panorama actual de generación de residuos, surge la necesidad de conocer los tipos de residuos generados por cada laboratorio, cuantificarlos, identificar su riesgo y definir la mejor opción para reducir su peligrosidad. Para abordar la Meta 2.c), en la siguiente tabla se propone la identificación de los residuos por tipología y sus principales características:

Tabla 5: Tipos de residuos peligrosos y características

Tipo de residuo	Característica
Solvente halogenado	Inflamable
Solvente orgánico no halogenado	Inflamable
Tóxicos	Tóxico Crónico
Material biológico	Tóxico Crónico
Otros	Tóxico Crónico - Inflamable - Corrosivo
Solución acida	Corrosivo
Mezclas complejas	Tóxico Crónico - Inflamable - Corrosivo
Solución alcalina	Corrosivo
Tubos fluorescentes	Tóxico Crónico
Cartón y toner	Tóxico Crónico
Chatarra electrónica	Tóxico Crónico

Definición de las cualidades de envases y rotulado en las envases de acopio y acumulación de residuos: en base al plan de gestión de residuos peligrosos de la escuela de ingeniería en bioquímica de la PUC de Valparaíso, el Manual de procedimientos para el manejo de residuos de la Universidad Austral de Chile y el Plan de Manejo de Sustancias y Residuos peligrosos de la Universidad de Concepción, se proponen las siguientes consideraciones para la segregación de residuos en origen:



Tabla 6: Tipos de solvente, contenedores y responsables

Tipo de solvente	Tipo de contenedor	Color	Responsable de la segregación y eliminación primaria
Solvente halogenado	Bidón de 5 L	Blanco	Jefe de laboratorio
Solvente orgánico no halogenado			
Tóxicos			
Material biológico			
Otros			
Solución acida			
Mezclas complejas			
Solución alcalina			
Tubos fluorescentes	Tambor de 200 L	Negro	Servicios generales
Cartón y toner	Caja de cartón	Café	
Chatarra electrónica	Cajas	Café	

Además de estar cada contenedor con un tipo de residuo en específico y rotulado por separado, no se debe almacenar más de 30 kg por residuo ni llenar el contenedor con más del 85% de su capacidad, manteniéndolo cerrado en toda ocasión. El transporte del residuo hacia el contenedor se hará en recipientes adecuados (plástico) y en pequeñas cantidades. Los contenedores se deben ubicar en el suelo o en muebles que cuenten con barreras de contención. Los residuos incompatibles estarán físicamente distantes o con barreras de protección (las tablas de incompatibilidad se entregan en el DS 148/03 del MINSAL). Se debe mantener siempre el contenedor en posición vertical sobre una superficie lisa. No cargar un envase sobre otro. La manipulación de los contenedores para el traslado y envasado de los residuos debe hacerse ocupando equipos de protección personal (calzado protector, guantes, gafas, etc.) y evitando todo derrame y contacto con la piel y los ojos del operador. Todo transporte de los contenedores se hará mediante un carro de transporte. Cada contenedor de residuos debe tener en forma visible las características de peligrosidad del residuo químico que contiene (pictograma de riesgos), el servicio o laboratorio generador, la fecha de su ubicación en el acopio transitorio, como lo indicado en la siguiente figura:

Tabla 7: Ejemplo de ficha para contenedores de residuos peligrosos

(LOGO INSTITUCIONAL)		Nombre del residuo	
Nombre del establecimiento			Símbolo
Nombre del servicio, laboratorio o unidad			
Código Lista A	Número de Naciones Unidas (NU)		
Fecha inicio	Fecha término		



Sustancia peligrosa	Inflamable	Corrosivo	Tóxico	Biopeligro	Otros tóxicos
					
Todos los contenedores	Solvente orgánico halogenado/ no halogenado	Mezcla complejas Otros		Material biológico	Tubos fluorescentes Toner Chatarra electrónica
		Soluciones alcalinas/ácidas			

b) Reacondicionamiento de zona de acopio de residuos peligrosos

Para la Meta 2.c), se propone esta medida para mejorar el estándar de almacenamiento de residuos peligrosos. Las zonas de almacenamiento primario deben estar ubicadas en cada laboratorio, siendo exclusivo para este fin, con la señalética adecuada y con acceso restringido al personal autorizado, cumpliendo con los requisitos del D.S. 148/03 del MINSAL. Los residuos químicos permanecerán en el acopio transitorio de cada laboratorio, hasta reunir un volumen económicamente viable para su eliminación, no debiendo superar un periodo mayor a un mes o 12 Kg.

Esta medida ingenieril, se vincula con las medidas administrativas asociadas a los residuos peligrosos. Es importante que, una vez regularizado el proceso de RETC y su se hayan difundido los protocolos, se puedan complementar con el reacondicionamiento del acopio para que se mantenga en norma el manejo de este tipo de residuos.

c) Aumento de capacidad de captación de reciclaje inorgánico

La universidad cuenta con un sistema de reciclaje incorporado que tiene menos de un año de funcionamiento. Hasta ahora el nivel de desempeño y la recepción de la comunidad ha sido positivo. Esto indica que, con una buena estrategia, se puede aumentar paulatinamente la capacidad de captación y la diversificación de materiales para reciclar.

Esta medida se vincula con la Meta 3.a) y 3.b), en donde se plantea incorporar contratos con empresas de vidrio y continuar el trabajo con REDCICLACH y Pañiwe, para valorizar residuos electrónicos.



d) Planta de vermicompostaje USACH

Vinculado a la Meta 3.a), el manejo de residuos orgánicos para la generación de sustrato y humus para las áreas verdes de la universidad es una medida que genera sinergias entre el proyecto de biodiversidad, residuos y agua. Para evaluar la implementación de una planta de vermicompostaje se necesita estimar lo siguiente:

- **Costos de inversión:** Determinar los costos asociados con la construcción y puesta en marcha de la planta de vermicompostaje. Esto incluye la adquisición de equipos y sistemas de compostaje, infraestructura, instalaciones y cualquier otro gasto relacionado.
- **Costos operativos:** Evaluar los costos recurrentes necesarios para el funcionamiento de la planta de vermicompostaje. Esto abarca aspectos como la adquisición de los materiales de alimentación para las lombrices, la energía requerida, el mantenimiento de los equipos y la contratación de personal.
- **Marco regulatorio:** Investigar y comprender las regulaciones y normativas locales, regionales y nacionales relacionadas con el vermicompostaje y la gestión de residuos. Asegurarse de que la planta cumpla con todas las normas y obtener los permisos y licencias necesarios.
- **Evaluación de riesgos:** Identificar y evaluar los posibles riesgos y obstáculos que podrían afectar la viabilidad y el funcionamiento de la planta de vermicompostaje. Esto incluye riesgos financieros, operativos, legales y ambientales, y desarrollar planes de contingencia para mitigarlos.
- **Beneficios ambientales y sociales:** Evaluar los beneficios ambientales derivados del vermicompostaje, como la reducción de residuos orgánicos destinados a vertederos, la mejora de la calidad del suelo y la promoción de prácticas sostenibles. Además, considerar los beneficios sociales, como la educación y concienciación ambiental generada en la comunidad universitaria.
- **Análisis de retorno de inversión (ROI):** Realizar un análisis financiero que permita evaluar el tiempo de retorno de la inversión realizada en la planta de vermicompostaje. Esto implica calcular los flujos de efectivo proyectados, considerando los ingresos y gastos, así como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Esto considerando los ahorros por gestión de residuos.



e) Manejo sustentable de podas y hojas

También vinculado a la Meta 3.a), el manejo sustentable de podas y hojas se puede abordar desde la incorporación de una planta de biopreparados que tenga como foco utilizar las hojas y podas para la mejora de los suelos. Esto se puede llevar a cabo a través de la creación de abonos orgánicos a partir de la propia vegetación del campus, evitando que las hojas y podas vayan a vertederos. Al igual que la medida anterior, se generan sinergias entre esta y el proyecto de biodiversidad y agua. Aquí es clave definir el alcance de esta medida para definir los primeros pasos y su crecimiento gradual.

8. CONCLUSIONES

Se ha identificado que las tres facultades generan residuos asimilables a domiciliarios, los cuales son retirados por la empresa Gestión Ecológica de Residuos S.A. (GERSA) de toda la universidad. En cuanto al reciclaje en el campus, se han establecido acuerdos con diversas organizaciones especializadas, tales como REDCICLACH para latas y botellas plásticas PET, la Fundación San José para la recuperación de papel, y la Empresa Gestión Ambiental Pañiwe Ltda. para residuos eléctricos y electrónicos. Además, se cuenta con la colaboración de la Empresa Resin SpA., encargada de la recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos y especiales.

Es importante destacar que los residuos domiciliarios son registrados y declarados en el sistema sectorial de SINADER. Sin embargo, se ha identificado un inconveniente en relación a los residuos peligrosos, ya que la universidad aún no ha logrado declararlos en el sistema SIDREP debido a problemas con la solicitud correspondiente.

Se ha realizado un análisis de la población de estudiantes y personal de las facultades, así como de la generación de residuos por facultad. Como resultado, se ha determinado que existe un alto potencial para aumentar la tasa de reciclaje, dado que aproximadamente el 85,9% de los residuos generados pueden ser valorizados.

En cuanto a la infraestructura, se han identificado los puntos de captación y las zonas de acopio para la gestión de residuos. Estos se han clasificado en puntos de captación, zonas de acopio intermedia y zonas de acopio final, con el fin de facilitar un manejo adecuado de los residuos en cada etapa del proceso.

Sobre el nivel de desempeño de la operación actual, se determinó que los residuos peligrosos son el eje crítico que debe abordarse. La operación de residuos sólidos asimilables a domiciliarios y de reciclaje tiene oportunidades de mejora. Respecto a la declaración de residuos sólidos asimilables a domiciliarios y reciclaje, esta tiene un balance positivo.



A partir de este diagnóstico, se creó el plan de gestión de residuos. Esta propuesta tiene como objetivo principal regularizar la gestión de los residuos sólidos asimilables a domiciliarios y los residuos peligrosos, así como promover una mayor tasa de reciclaje y reducción de residuos en general. Para alcanzar estos objetivos, se han propuesto medidas administrativas y medidas ingenieriles.

Las medidas administrativas comprenden la contratación de una empresa especializada en la gestión de residuos sólidos, la creación de protocolos para el manejo integral de residuos y residuos peligrosos, la capacitación del personal, la regularización del sistema sectorial de declaración de residuos peligrosos, y el compromiso institucional para implementar estrategias de "basura cero".

Por otro lado, las medidas ingenieriles se centran en la categorización de los residuos y su evaluación de riesgo, la correcta identificación de envases y rotulado de los contenedores de residuos, el mejoramiento de las zonas de acopio de residuos peligrosos, el aumento de la capacidad de captación de reciclaje inorgánico, y la implementación de plantas de vermicompostaje y de un sistema de manejo sustentable de podas y hojas.

La implementación de estas medidas tiene como objetivo mejorar la gestión de residuos en la universidad, promoviendo la recolección, almacenamiento, registro, reciclaje y reducción de residuos, en línea con la protección del medio ambiente, el cumplimiento de las regulaciones vigentes y la promoción de prácticas sostenibles. Es esencial que se lleven a cabo de manera coordinada y se realicen evaluaciones periódicas para garantizar su eficacia y continuidad a lo largo del tiempo.

Finalmente se recomienda abordar el componente económico del manejo actual de residuos y catastrar a los gestores, destinatarios y transportistas de los residuos una vez se haya definido la empresa con quien trabajar.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Universidad Católica del Norte. (2016). Guía MTD para la Prevención y Minimización [PDF]. Recuperado de <http://campussustentable.ucn.cl/wp-content/uploads/2016/10/GUIA-MTD-PARA-LA-PREVENICI%C3%93N-Y-MINIMIZACI%C3%93N-VF.pdf>
- CONICYT. (2018). Manual de Bioseguridad [PDF]. Recuperado de https://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2018/06/Manual-_Bioseguridad-_junio_2018.pdf
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (2018). Marco Legal de la Gestión de Residuos [PDF]. Recuperado de https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/2_marco_legal_agosto_2018.pdf

10. ANEXOS

10.1. ANEXO 1: MAPA ZONAS DE ACOPIO INTERMEDIA Y FINAL



Figura 6: Ubicación de zonas de acopio intermedio y final