

Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Plantas GIRSU



Ing. Industrial Martín Sorondo

11/09/2014



Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sustentable
de la Nación



Jefatura de
Gabinete de Ministros
Presidencia de la Nación

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	HISTORIA DE LA INDUSTRIA	4
4.	FUNCIONAMIENTO-OPERACIÓN.....	5
4.1	Breve descripción del proceso	5
4.2	Planta de Separación y Clasificación	6
4.3	Planta de Compostaje	8
4.4	Relleno Sanitario	9
4.5	Secuencia de Procesos en Planta de Clasificación	11
1)	Control de ingreso al predio	11
2)	Zona de estacionamiento o espera:.....	12
3)	Descarga de RSU en planta de separación.....	13
4)	Transporte de bolsas a tolva de recepción	14
5)	Cinta de Elevación y Desgarrador de bolsas	16
6)	Separación de Residuos por Tipo	17
7)	Clasificación de Residuos por Clase	17
8)	Compactación y Enfardado de Material	18
9)	Separación de Metales Ferrosos.....	19
10)	Molino de Material Orgánico.....	20
11)	Sector de Compostaje	20
12)	Zaranda de Compost	22
13)	Transporte de los RSU	22
14)	Almacenaje.....	23
4.6	Diagrama de Análisis del Proceso o Diagrama de Flujo	24
4.7	Elementos peligrosos presentes en los RSU	26
5.	LOGÍSTICA	27
5.1	Comercialización	27
5.2	Transporte.....	27
5.3	Material orgánico a almacenar y transportar	27
5.4	Material recuperado a almacenar y transportar	28

5.5	Almacenaje.....	30
5.6	Codificación-Documentación.....	32
5.7	Indicadores.....	32
6.	COMERCIALIZACIÓN.....	33
6.1	Investigación del mercado	33
6.2	Ventas	33
7.	PLAN DE HIGIENE	34
7.1	Plan de Limpieza y Desinfección	34
7.2	Plan de Desratización y Desinsectación.....	36
	Desratización.....	36
	Desinsectación	37
	Baños y Vestuarios	38
8.	Plan de Seguridad	38
8.1	Ventilación e Iluminación.....	39
8.2	Incidente o Accidente	39
8.3	Combate contra el fuego	39
8.4	Elementos De Protección Personal o Individual (EPP o EPI).....	40
8.5	Ergonomía en los Puestos de Trabajo.....	41
8.6	Plan de Evacuación.....	42
9.	PLAN DE MANTENIMIENTO	43
9.1	Plan de Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo	43
9.2	Mantenimiento Correctivo	43
10.	SEPARACIÓN EN ORÍGEN Y RECOLECCIÓN DIFERENCIADA.....	44
10.1	Separación en Origen.....	45
10.2	Recolección Diferenciada.....	46
11.	REGISTRO DE LA INFORMACIÓN	47
11.1	Registro de la Información Interna	47
11.2	Registro de Clientes y Proveedores	48
12.	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS INTERNA	48
13.	ANEXOS	49
14.	FUENTES CONSULTADAS.....	53

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la República Argentina se encuentra en un proceso de desarrollo e implementación de distintos proyectos nacionales, provinciales y municipales que tienen el propósito de mejorar el manejo actual de los residuos, buscando convertir el antiguo paradigma de generar, recolectar y enterrar los residuos, en uno nuevo más integral, amplio y eficiente en términos ambientales, sociales y económicos.

El nuevo modelo de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) propone no disponer residuos en basurales a cielo abierto (BCA). Busca principalmente incentivar la minimización en la generación de residuos, involucra a la población mediante campañas de separación en origen, implementar la recolección diferenciada de los residuos, minimizar la disposición de residuos orgánicos mediante tratamientos con procesos biológicos, se recuperan y revalorizan los residuos con valor de mercado conocidos como “reciclables” y al final del proceso se dispone el rechazo en Centros de Disposición Final con infraestructura adecuada.

2. OBJETIVO

El objetivo de este manual es evaluar y proponer un sistema de funcionamiento integral de un centro ambiental donde se desarrollen actividades de separación, recuperación, compostaje y disposición final, haciendo hincapié en los sistemas de clasificación y recuperación. Luego, teniendo de base este documento, cada planta podrá adaptarlo a su realidad particular de modo tal que le sea de utilidad para perfeccionar la operación de su sistema GIRSU.

En Argentina, por razones de inclusión social, se suelen diseñar sistemas GIRSU de baja tecnología que necesiten de grandes cantidades de mano de obra. Situación a la cual no escapan los plantas de clasificación y recuperación.

Es por eso que para lograr una buena gestión de residuos se deberán tener en cuenta tanto los aspectos técnicos/tecnológicos como los sociales. Es importante remarcar que este documento se enfocará principalmente en los primeros.

3. HISTORIA DE LA INDUSTRIA

El reciclaje es una actividad que se practica desde que ha comenzado la civilización, sin embargo, en las últimas décadas dado los distintos eventos trascendentales a nivel ambiental¹, ha tomado una relevancia significativa.

Desde el comienzo de la era industrial, la práctica de reciclado experimentó una serie de vaivenes con un máximo alrededor de los años treinta, y un severo decrecimiento después de la recuperación económica general suscitada en el periodo de posguerra.

Alrededor de los años setenta² las prácticas de reciclaje recuperan ímpetu debido a los aumentos en costos de la energía y por ende de producción de bienes. Es en el año 1970 cuando nace el mundialmente conocido símbolo del reciclaje, producto de un concurso promovido por la “Container Corporation of America”.

Actualmente se estima que el mercado “informal” del reciclado genera millones de dólares en ganancias a nivel mundial.

Debido al crecimiento poblacional en el planeta, la alta concentración en ciudades y zonas urbanas, fundamentalmente a causa de la actitud consumista del modelo económico vigente a nivel mundial, la generación masiva de residuos se convirtió en algo natural, incluso en un indicador de bienestar. Esto, paradójicamente, representa un pasivo en términos de calidad de vida si no se gestionan integralmente las grandes cantidades de desechos producidas en los múltiples aglomerados urbanos.

La función clave de la industria del reciclado es la de recuperar distintos materiales de los residuos y acondicionarlos o tratarlos para volver a insertarlos en el mercado productivo. De esta manera se utilizan menos recursos naturales para obtener nuevos productos, se envían menos residuos a disposición final, a la vez que se genera una demanda en términos de recursos humanos para la operación de este proceso.

En el país, las primeras plantas de reciclado municipales fueron instaladas en el año 1994 en las localidades de: Armstrong-Santa Fé, Intendente Alvear-La Pampa, Oberá-Misiones y Trenque Lauquen-Buenos Aires.

En la actualidad se está trabajando intensamente en este aspecto, tanto a nivel nacional como provincial y municipal. Existen más de 200 plantas a lo largo del país, además de una gran cantidad de proyectos en marcha.

¹ Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente – Estocolmo y eventos subsiguientes.

² Notar la influencia de los movimientos sociales relacionados al medio ambiente durante los años 60.

A futuro se esperara que la continuidad de este trabajo traiga beneficios considerables tales como: cambio de hábitos en la sociedad, niveles de recuperación medibles a nivel nacional, mejora en la operación de las plantas y cambios en la legislación.

4. FUNCIONAMIENTO-OPERACIÓN

Si bien no existe un único diseño para las plantas de separación ni centros ambientales, se adoptó un modelo de centro ambiental estándar compuesto por una planta de separación, un sector de compostaje y un módulo de relleno sanitario para la disposición final adecuada del rechazo.

A fin de facilitar la identificación de cada componente del sistema propuesto, se presenta a continuación un esquema con fotografías correspondientes a cada instalación.

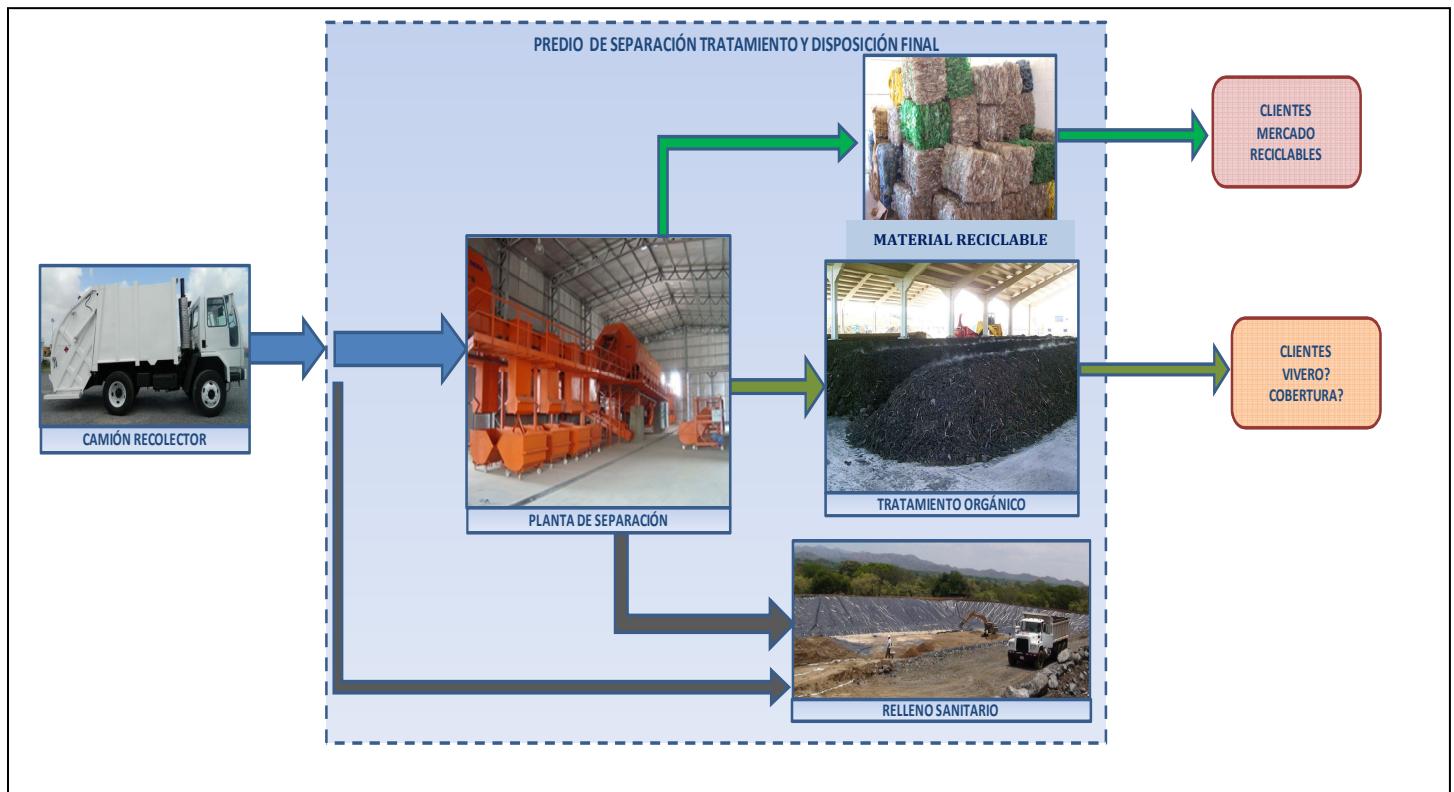


Figura 1. Esquematización del proceso de recuperación.

4.1 Breve descripción del proceso

Los camiones recolectores solo pueden ingresar al predio previo control, pesado y conformidad del personal de vigilancia. Luego, según el tipo de residuo que contenga, su procedencia o el estado de operación de las instalaciones, se indica el sitio de descarga.

Los camiones vuelcan normalmente los residuos en una playa de descarga dando inicio al proceso de clasificación. Es importante destacar que a ninguna planta debería ingresar residuos sin clasificar previamente. Las fracciones principales se pueden dividir en tres: **materiales reciclables** (papel, cartón, plásticos, metales, maderas y vidrios, siempre limpios y secos), **material orgánico compostable** (restos de frutas, verduras, poda) y **material de rechazo** (pañales, reciclables contaminados, orgánicos contaminados, etc.). Se puede considerar también, según el caso, otras fracciones como: escombros-áridos, pilas y baterías, RAEs, neumáticos, y otros. Es importante retirar aquellos residuos que por su volumen o composición resulten inviables de ser tratados en una cinta de clasificación dado que pueden obturar el ingreso de otros residuos, dañar severamente los sistemas de transporte y elevación o incluso producir lesiones en los operarios de la planta.

La fracción del material reciclablerecuperado se acondiciona para su almacenaje y posterior venta, según el material, se puede realizar limpieza, compactación, trituración u otros según los requerimientos del cliente y el valor agregado que se pretenda introducir.

La fracción orgánica segregada en el separador de finos³ junto con los camiones que contengan poda y residuos de áreas verdes⁴, se envían a la zona de compostaje para iniciar el proceso de compostaje.

El material de rechazo se envía al centro de disposición final, si por alguna razón de logística u otra, no es posible descargar en la planta de separación, se saltea esta etapa y se dispone directamente en el sitio de disposición final.

4.2 Planta de Separación y Clasificación

Una Planta de Separación y Clasificación consiste básicamente en un galpón de estructura metálica de acero F-22, de acuerdo con las normas del reglamento CIRSOC, de 15x40 m. La estructura debe estar diseñada y construida para el tipo de operaciones que se van a realizar en su interior. Debe contar con portones corredizos para permitir el ingreso y egreso de los camiones y carros. Se deben instalar adecuados sistemas de ventilación, infraestructura contra incendios, tableros, iluminación y cableado de acuerdo a normas IRAM.

La maquinaria instalada dentro de la planta se compone de: cinta de elevación con desgarrador de bolsas, cinta de clasificación principal, estructura elevada para cinta de clasificación, separador de la fracción orgánica, cinta de derivación, electro-imán, prensa enfardadora horizontal y sector de descarga.

Para el transporte de los RSU en sus distintas etapas de clasificación dentro de la planta se utilizan: pala cargadora, carros con ruedas, zorra manual, autoelevador u otros métodos que se adapten a cada situación particular.

³ Normalmente un Trommel pero existen otras tecnologías.

⁴ Deben ser chipeados.

Las vías de circulación de los elementos de transporte de residuos deben estar claramente señalizadas y no deben ser interferidas por vehículos. El sector de circulación peatonal debe estar claramente delimitado en toda la extensión del predio, salvo en las instalaciones exclusivamente construidas para uso del personal⁵.

El proceso inicia con la descarga de RSU en la planta de separación, para lo cual se debe tener en cuenta tanto la cantidad como la calidad del material a procesar. Esto dependerá de los hábitos y capacidad de consumo de la población generadora, la existencia de sistemas de separación en origen y recolección diferenciada, y el grado de implementación de los mismos.

Si bien los RSU que ingresan a la planta son el input principal del sistema, para el funcionamiento del mismo también se requieren otros como energía, agua y equipamientos varios. Como producto del proceso se obtienen materiales recuperados (aptos para su comercialización o reutilización), una fracción de residuos orgánicos (RSO) y la de rechazo (que se envía a disposición final). Como consecuencia del lavado de equipos, limpieza de las instalaciones y lixiviado producto de la acumulación de residuos, se generan en la planta una cantidad considerable de efluentes líquidos, los cuales deben ser gestionados correctamente debido al alto contenido de materia orgánica que pueden contener y la posible presencia de elementos contaminantes del ambiente.

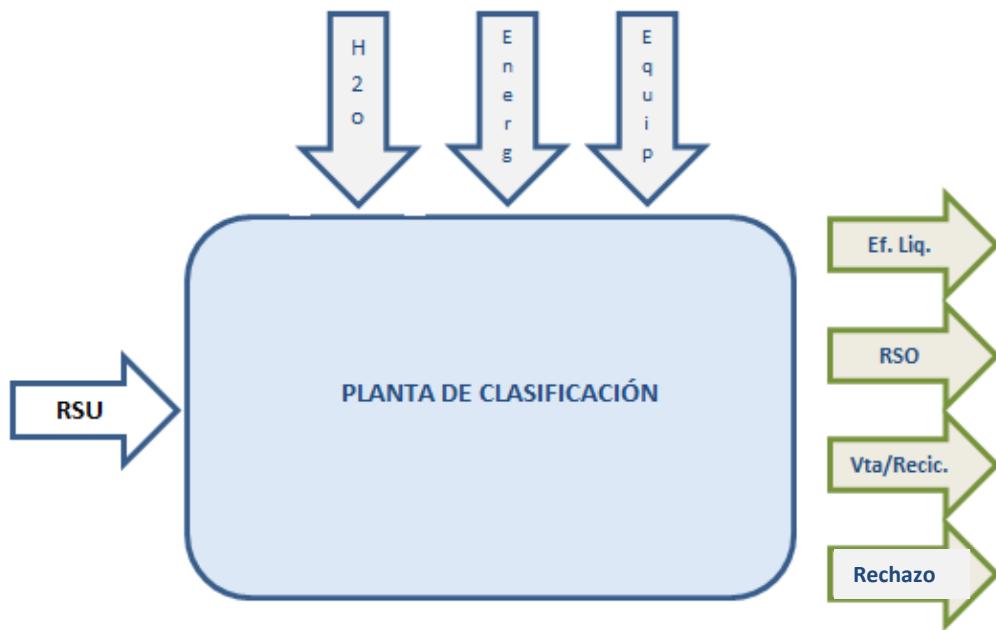


Figura 2: Diagrama de flujo planta de clasificación

⁵ Oficinas, baños, vestuarios y otros.

4.3 Planta de Compostaje

El transporte de los RSO desde la planta de separación hasta el sector de compostaje se realiza mediante carros volcadores con ruedas⁶.

El sector donde se lleva a cabo el proceso de compostaje puede ser al aire libre, techado o con suelo de hormigón. Es importante mencionar que cuanto mayor sea la infraestructura asociada al proceso, mayor será el nivel de control que el operador debe tener sobre el proceso.

Teniendo en cuenta que los principales aspectos ambientales asociados al compostaje son la generación de lixiviados, la posible emisión de olores y la proliferación de moscas. Tanto los olores como la presencia de moscas se pueden minimizar a través del perfeccionamiento del proceso y la aplicación de insecticidas adecuados. Para el caso del lixiviado se deberá garantizar la impermeabilización de la cancha de compostaje y la adecuada disposición y tratamiento de los líquidos generados.

Dado que el proceso dura un tiempo considerable entre 3 y 4 meses y que la fracción orgánica representa alrededor del 50% de los RSU en peso, se necesitan espacios de dimensiones amplias para realizar las pilas de compostaje.

Al sector de compostaje ingresan los RSO junto con los residuos de poda y aéreas verdes, ambos pre tratados para aumentar la superficie específica y garantizar una buena mezcla de los componentes. El proceso se basa en una descomposición aeróbica realizada por la biomasa presente en el residuo, a pesar de esto, se debe asistir el desarrollo mediante: regado, volteo o inyección de oxígeno en caso de ser necesario, para lograrlo se deben asignar recursos tales como personal, energía, agua y en algunos nutrientes. Como resultado del proceso se obtiene un abono orgánico mejorador de suelos que generalmente es de muy buena calidad⁷. Aunque sus características dependen en buena medida del tipo de materia prima ingresada al proceso y el control/desarrollo que realiza a lo largo del proceso⁸.

⁶ Cuando las cantidades a procesar en la planta de clasificación son mayores a 20 Tn/d se debe considerar utilizar una cinta de derivación directa. Puesto que de acumularse grandes cantidades de RSO se puede comprometer la continuidad en la operación de la planta.

⁷ Puede cortarse el proceso en una etapa previa y no obtener compost, sino que un material intermedio que se puede utilizar para cobertura del relleno sanitario.

⁸ Básicamente influyen tres factores en la calidad del proceso, en orden decreciente de importancia: 1) Recursos asignados, 2) Experiencia del personal a cargo, 3) Preparación del personal a cargo.

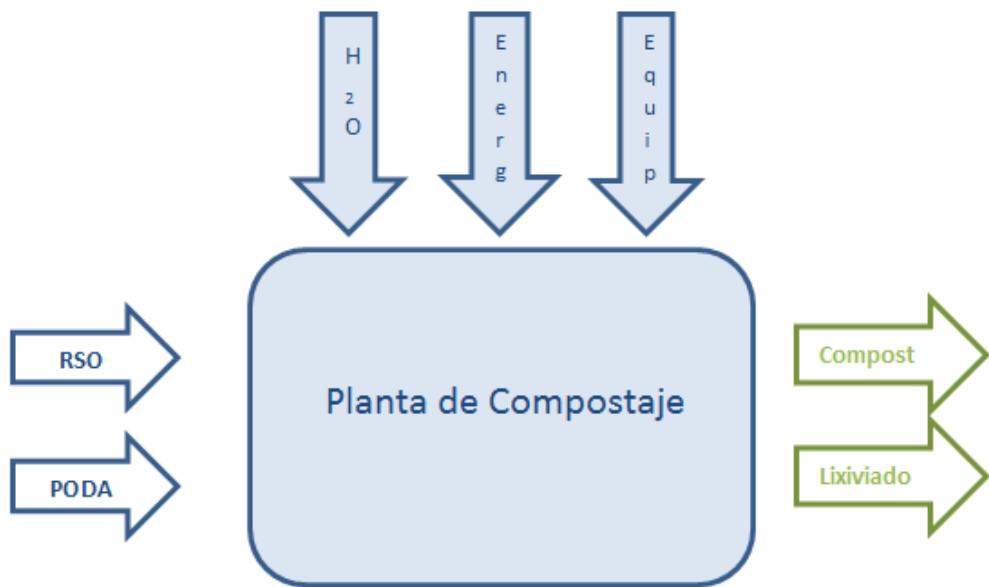


Figura 3: diagrama de flujo en planta de compostaje

Generalmente, los residuos de poda son procesados con equipos de chipeo, para luego conformar la mezcla con los RSO. La aireación de las pilas se puede llevar a cabo mediante un volteo mecánico que puede ser manual, con una pala mecánica de volteo, una volteadora o directamente con un sistema de aireación inducido desde el fondo. Una vez finalizado el proceso se realiza un filtrado del producto obtenido en una tolva y una zaranda tipo Trommel, donde se separan las partículas mayores a un tamaño establecido según el uso que se le quiera dar al compost. Los materiales separados pueden ser triturados y reintroducidos en el proceso si son orgánicos o directamente ser descartados para disposición final.

4.4 Relleno Sanitario

Un relleno sanitario se debe diseñar, construir, operar y controlar post- clausura siempre de acuerdo a los requisitos de legislación vigente y siguiendo criterios técnicos adecuados para cada situación. Los módulos deben ser diseñados para recibir los RSU y el material de cobertura diario a lo largo del tiempo para el cual fue concebido el proyecto. A fin ubicar correctamente el sitio se debe estudiar previamente el terreno mediante estudios de topografía, curvas de nivel y balances de suelo. Normalmente se realiza la excavación del terreno conformando una cava, la cual debe ser impermeabilizada mediante una capa mineral⁹ y una membrana de Polietileno de alta densidad (PEAD). Se construyen caminos aptos para el ingreso de camiones, y un sistema

⁹ Por lo general con permeabilidad igual o menor a 1.10^{-7} cm/s.

para colectar los líquidos lixiviados. También se debe construir un sistema de gestión de gases basado en viento pasivo o activo según lo requiera cada situación particular.

Se debe enviar a disposición final el rechazo de la planta de separación, el rechazo del proceso de compostaje y los camiones que realicen descarga directa. Una vez consumada la descarga en la celda operativa, los RSU deben ser compactados utilizando maquinaria adecuada. Normalmente se utiliza una topadora sobre orugas para la compactación y una retro excavadora o pala mecánica para la remoción de tierra. La cobertura periódica es de gran importancia dado que:

- Disminuye el riesgo de incendio
- Disminuye la emanación de olores y la dispersión de sustancias contaminantes de la atmósfera.
- Reduce la proliferación de vectores y presencia de aves.

En líneas generales, las dos principales salidas observables en un relleno sanitario son los líquidos lixiviados y los gases producto de la descomposición de la materia orgánica presente en los RSU.

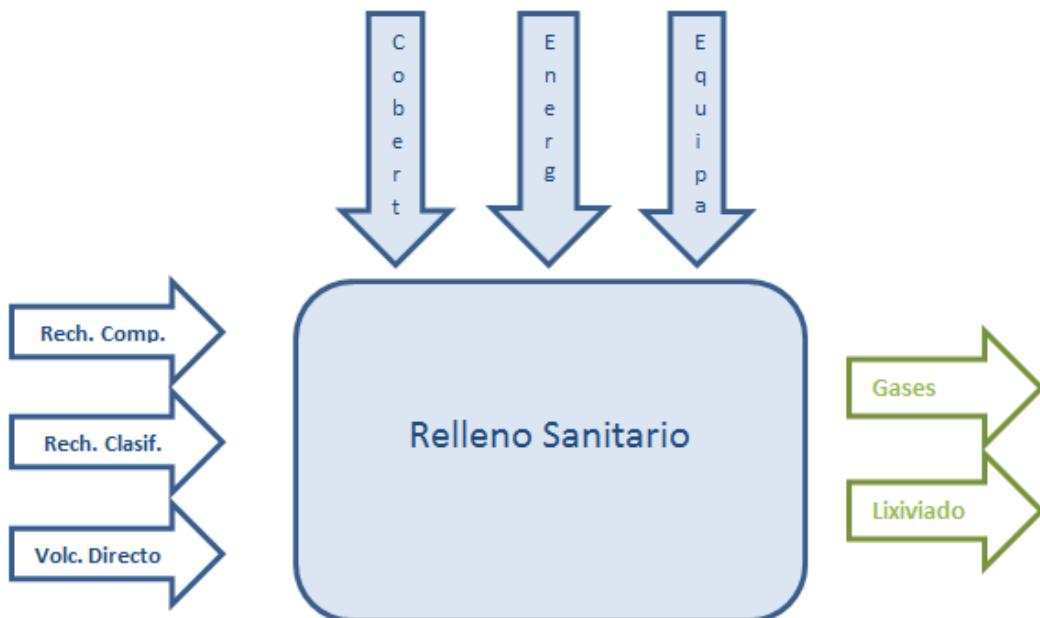


Figura 4: diagrama de flujo relleno sanitario.

4.5 Secuencia de Procesos en Planta de Clasificación

A continuación se describirán con mayor detalle los subprocessos mínimos que deben ejecutarse para llevar a cabo una buena operación del proceso de clasificación.

1) Control de ingreso al predio

Objetivo: permitir o restringir el ingreso de camiones al predio, registrar adecuadamente el peso de los camiones ingresantes, garantizar seguridad perimetral mediante verificación de conductores y procedencia de vehículos.

Al predio solo deben ingresar vehículos autorizados con el propósito de descargar RSU en alguno de sus subcomponentes. Los vehículos que realizan descarga se pueden dividir en dos categorías.

- De ingreso Regular: camiones recolectores urbanos y grandes generadores que realicen descarga
- De Ingreso Irregular: particulares que deseen descargar sus RSU en el sitio de disposición final o relleno sanitario y/o posean materiales aptos para reciclaje.

Los primeros deberán registrarse y pesarse para llevar un control de las cantidades a depositar y las tasas a cobrar en caso de ser grandes generadores. Para los últimos, se deberá registrar y pesar, además de realizar un chequeo previo del contenido declarado por el particular¹⁰.

El personal de control verifica la procedencia del vehículo e indica, de acuerdo al reglamento del centro si se autoriza su ingreso. Los RSU ingresantes pueden ser de diversas fuentes, por ejemplo: recolección de húmedos, de secos, de poda y áreas verdes, Recolección de áridos-escombros, Recolección residuos de orgánicos (restaurantes, verdulerías y otros), Limpieza de BCA y micro BCA, Transporte enviados por empresas, escuelas, y otros grandes generadores¹¹, Transporte de particulares, etc.

En función del contenido del vehículo y estado actual de la operación del predio, se le debe indicar al conductor del camión el sitio puntual de descarga, los destinos posibles son tres: **planta de separación, sector de compostaje y relleno sanitario**. En caso que el frente de descarga correspondiente esté siendo utilizado, se puede derivar momentáneamente a una zona de espera.

El pesaje de los vehículos que transportan RSU se realiza tanto al ingreso y como al egreso. Esto permitirá confeccionar un registro estandarizado de los siguientes datos como mínimo: patente,

¹⁰ No debe permitirse el ingreso de residuos que no estén contemplados en el diseño de relleno sanitario, ni debe permitirse descargar sustancias que puedan afectar el funcionamiento de la planta de clasificación o los sistemas de tratamiento biológico.

¹¹ La definición de “Gran Generador” no se encuentra universalizada, pero un buen criterio puede ser aquellas instituciones, empresas u organizaciones que generen más de 30 Kg/d.

chofer, procedencia, hora de ingreso, hora de egreso, peso al ingreso y peso a la salida. También conviene registrar el área hacia la cual fue destinado el vehículo.

Esta medida es fundamental para realizar estadísticas y evaluar el funcionamiento de cada uno de los componentes del centro ambiental obteniendo los indicadores de gestión. Lo cual permitirá diseñar estrategias de perfeccionamiento y mejora continua de los procesos que allí se llevan a cabo.



Imágenes 1 y 2: control de ingreso y pesaje de camiones.

2) Zona de estacionamiento o espera:

Objetivo: absorber los picos de afluencia de vehículos estableciendo un punto seguro de espera previo a la descarga.

Los camiones se derivan a este sector cuando deban esperar antes de realizar la descarga en alguno de los tres destinos posibles.

Cuando el sitio de descarga esté nuevamente disponible, se indica al conductor del vehículo correspondiente que proceda con la descarga. Para organizar esta zona se debe respetar el orden de ingreso, o sea para un mismo destino debe descargar primero el que haya arribado primero al predio.

3) Descarga de RSU en planta de separación

Objetivos: Realizar la descarga segura de los camiones. Retirar materiales peligrosos o indeseables de ingresar a la cinta de clasificación. Evitar las voladuras de material al resto del predio. Entregar con continuidad RSU al proceso siguiente.

A este sector de descarga arriban los camiones recolectores que van a descargar en planta de separación. El camión solamente descarga al recibir la autorización del personal del sector. El personal solamente autoriza el procedimiento cuando la zona se encuentra despejada. Los datos de los camiones que descarguen se deben registrar de manera de que se pueda relacionar con el pesaje realizado al ingreso al predio.

En tal sentido, es preciso destacar la conveniencia de establecer un alto nivel de vinculación entre los camiones que recogen residuos (inorgánicos) preclasificados en origen con los que descargan en la planta de clasificación del centro ambiental. Esto potenciará el proceso incrementando la calidad de la materia prima que ingresa y por ende la sustentabilidad económica del proceso.

Ver Anexo N° 2: Planilla Descarga RSU en Planta

- ⚠ Se debe tener especial precaución al momento del ingreso del camión a la zona por el riesgo de atropellamiento, ya que también suele ser una zona transitada por personas. Es muy conveniente definir una zona de circulación peatonal marcando una senda con pintura blanca y señalizar claramente los sectores donde los vehículos no pueden circular.
- ⚠ Durante la descarga también es alta la precaución que se debe tener por el riesgo de que el material descargado pueda lesionar a un operador. Una buena práctica en este sentido es establecer un reglamento de no acercarse el vehículo a menos de una distancia considerada de seguridad para cada caso¹².
- ⚠ Mantener precaución al momento de retirar material peligroso o indeseable en la cinta dada la peligrosidad existente al manipularlos. No debe bajo ningún punto de vista manipularse estos residuos sin elementos de protección personal (EPP) y considerar la aptitud de los EPP para cada caso. Ej: en caso de existir riesgo biológico, utilizar guantes, barbijo y delantal adecuados para proteger al operador de los microorganismos que pudieran provocar enfermedad. En caso de separar materiales pesados como escombros y otros, considerar la utilización de fajas abdominales durante el intervalo que dura su turno.

¹² 4 metros de distancia desde el punto de descarga es una distancia aceptable.



Figura 5: zona de descarga planta de clasificación



Figura 6: sector de descarga.

4) Transporte de bolsas a tolva de recepción

Objetivo: abastecimiento continuo a la tolva de recepción y retirar materiales peligrosos o voluminosos que puedan causar daño a la cinta de clasificación.

Los residuos de la zona de descarga son transportados hasta la tolva mediante la acción de la pala cargadora.

- ⚠ Se debe controlar constantemente para no enviar a la tolva aquellos materiales peligrosos o indeseables de ingresar en la cinta (voluminosos, RAEs, patógenos, escombros-áridos, podas y otros que así si definan) que puedan ser detectados en esta etapa.
- ⚠ El operador de la pala cargadora debe contar con aptitud para la operación de este equipo. Es muy normal observar los empalmes de la tolva a la platea de hormigón severamente deteriorados por colisión de la pala contra este vértice.

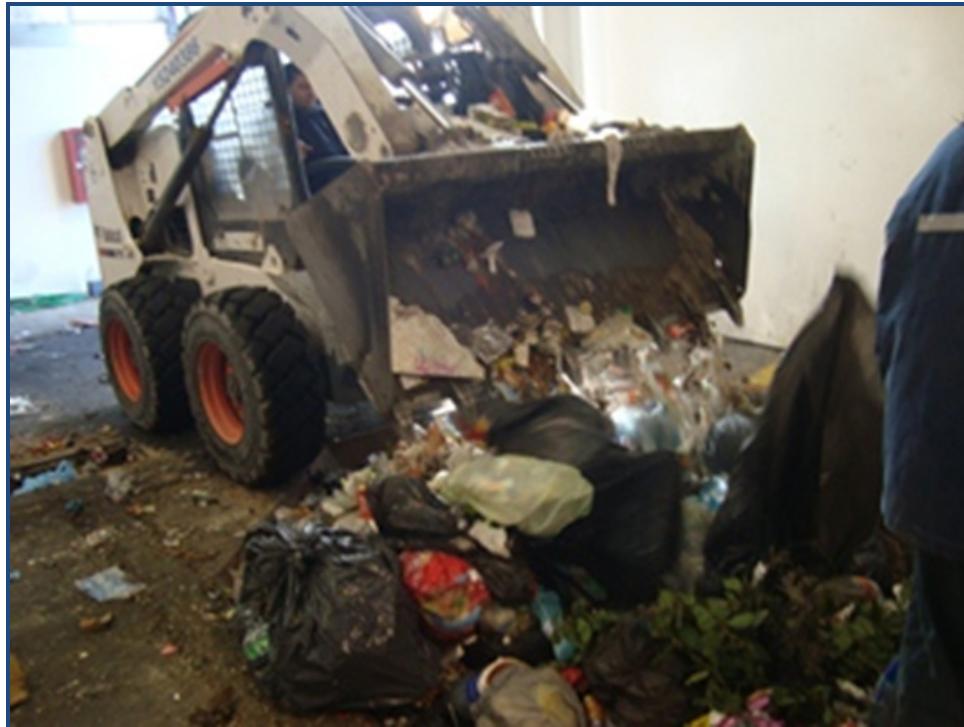


Figura 7: pala cargadora transportando residuos.



Figura 8: residuo separado previo transporte a tolva.

5) Cinta de Elevación y Desgarrador de bolsas

Objetivo: elevar los residuos desde la tolva de recepción hacia el desgarrador de bolsas. Desgarrar bolsas plásticas mediante la acción de cuchillas metálicas¹³ y pulverizar sobre los residuos el fluido antiséptico.

La elevación se realiza mediante una cinta inclinada, la cual debe ser adecuadamente diseñada considerando el ángulo de trabajo y la carga de materiales a transportar, en este último aspecto influye mucho la separación de los topes en la cinta de goma.

El desgarrador es un sistema eléctrico-mecánico automático, que si bien no requiere personal para su accionamiento, requiere un continuo control y mantenimiento.



Figura 9: cinta de elevación.

Luego de atravesar el desgarrador de bolsas los RSU ingresan en la cinta de clasificación principal.¹⁴

¹³ Se recomienda evaluar en profundidad la conveniencia de implementar este equipo en la planta, ya que suelen ser proclives a roturas.

¹⁴ Puede existir una etapa intermedia de preclasificación en cinta donde se separen residuos voluminosos.

6) Separación de Residuos por Tipo

Objetivo: lograr la separación en tres fracciones principales: “orgánico” o compostable, “inorgánico” o recuperable y rechazo¹⁵.

El personal dispuesto a ambos lados de la cinta transportadora, toma los residuos recuperables (vidrio, papel, cartón, metálicos, plásticos, latas, otros) y los deposita en las troneras correspondientes a cada material. Al final de la cinta solo deben llegar los residuos orgánicos o inorgánicos que se encuentran contaminados o carezcan de valor.



Figura 10: cinta de clasificación.

⚠ Tanto en los puestos de clasificación como en el resto de la planta, es obligatorio el uso de EPP con características adecuadas al riesgo propio de cada actividad. Particularmente, en la recuperación manual en cinta, el personal está directamente expuesto al contacto con RSU, por lo que se deben extremar los cuidados frente a los posibles riesgos de: cortes, salpicaduras, inhalación y otros tipos de exposiciones a sustancias peligrosas. Es muy importante la correcta iluminación del sector para evitar la fatiga visual y favorecer la concentración y atención del personal. Como también lo es un adecuado sistema de ventilación que garantice la circulación de aire dentro del recinto. Se debe determinar y gestionar el riesgo que implica la estructura elevada por las caídas desde altura.

7) Clasificación de Residuos por Clase

Objetivo: reclasificar de acuerdo a las vías de comercialización cada material. Por ejemplo: vidrio mezcla, verde, cristal, papel y cartón de 1º y 2º selección, PET mezcla, verde, cristal.

¹⁵ Si bien el papel y el cartón son orgánicos y compostables, es conveniente desde el punto de vista económico recuperarlos y venderlos.

Cuando el carro o Big Bag ubicado por debajo de las troneras ha colmado su capacidad, el personal debe conducirlo a la zona de 2^a clasificación por clase. Allí se reclasifica, de acuerdo a los criterios de comercialización de cada material, y se lo coloca en otros recipientes similares.

Los criterios de comercialización normalmente dependen de las demandas del mercado. Dentro de la categoría *papel* se puede sub separar en papel blanco, revista, diario. Para el caso de los *plásticos* se puede clasificar por PET cristal, PET verde, Nylon, PEAD, PEBD. Dentro de los diferentes tipos de *vidrios* se encuentra, vidrio transparente, vidrio verde, vidrio mezcla. Los metales pueden clasificarse en cuantos tipos allá, siempre y cuando se encuentre una vía de comercialización o un uso apropiado dentro del predio.

Siempre es conveniente, dentro de las posibilidades de la planta y de los requerimientos del cliente, agregar el mayor valor posible, de manera tal que incremente la sustentabilidad de la planta. En virtud de esto, en muchos casos conviene someter el material a ciertos procesos tales como: lavado de plásticos, retiro de etiquetas, limpieza de envases, molienda de plásticos, triturado de vidrio, **compactación y enfardado**. Las últimas dos operaciones se explican a continuación, mientras las anteriores pueden evaluarse en función de la conveniencia particular de cada planta.



Figura 11: carros con ruedas para descarga de residuos clasificados.

8) Compactación y Enfardado de Material

Objetivo: reducir el volumen del material, facilitar su acopio, venta y transporte.

Se debe conducir el carro con el material reclasificado y posicionarlo frente al equipo levanta-carros. Se abre la puerta de la prensa y luego se acciona depositando el material dentro de la prensa. A continuación se debe cerrar la puerta de la prensa y accionar la misma para iniciar la

compactación¹⁶. Solamente cuando finaliza la compactación se puede volver a abrir la puerta y enzunchar el fardo fabricado. Por último se debe retirar el fardo con la zorra y transportalo al sector de almacenaje.

- ⚠ La operación de la prensa representa una situación riesgosa por la posibilidad de atrapamiento. La operación debe ser ejecutada por una persona y el pulsador debe estar bien colocado, contando con un dispositivo de parada de emergencia.



Figura 12: carro levanta material y prensa.

Los envases y latas se envían a la zona de prensas donde los operadores colocan el material en la prensa horizontal y accionan la misma obteniendo así un fardo del material compactado.

Los fardos se envían a la zona de almacenaje, previa comercialización.

9) Separación de Metales Ferrosos

Objetivo: retirar trozos de metales ferrosos presentes en los residuos.

Es un sistema automático, compuesto por un electro-imán, motor y cinta que deriva el material ferroso que se obtiene.

Además de la recuperación de metales, permite obtener material orgánico compostable de mejor calidad por no poseer partículas metálicas indeseables.

¹⁶ Es conveniente que el equipo cuente con un sistema de seguridad intrínseca que no permite el arranque del proceso de enfardado hasta que la puerta este cerrada. En caso de tratarse de otro tipo de enfardadora debe estar diseñada a fin de evitar en todo momento que el operario introduzca una extremidad a fin de reducir el riesgo de atrapamiento.

- ⚠ Es de gran importancia que los operarios de la planta no utilicen cadenas, relojes o anillos. Puesto que incrementan el riesgo de sufrir un accidente dada la atracción que ejerce este equipo sobre los metales.



Figura 13: separador magnético de ferrosos.

10) Molino de Material Orgánico

Objetivo: reducir y homogeneizar la fracción orgánica previo inicio del proceso de compostaje

Es un sistema automático de cuchillas, mediante el cual se logra homogeneizar la fracción orgánica aumentando su superficie específica. Esto genera un mayor número de puntos de contacto para los microorganismos que degradan la materia orgánica, lo cual permite acelerar el proceso de compostaje.

- ⚠ Al reducir y homogeneizar las partículas se acelera el proceso de compostaje pero se debe tener especial precaución al accionar el molino por el peligro que representa el contacto de un operador con las cuchillas giratorias y la posibilidad de amputación de un miembro.

El personal carga la tolva del molino con el material a triturar y coloca el carro en la posición donde cae. Previo al inicio del proceso, se debe verificar que no exista ningún riesgo significativo. Una vez finalizado, se retira el carro con el material triturado.

11) Sector de Compostaje

Objetivo: reducir el volumen de los RSO mediante un proceso biológico. Producir un producto estabilizado que se puede utilizar como abono, relleno de bajos o cobertura intermedia para la etapa de disposición final.

El proceso de compostaje consiste en una degradación biológica mediante un proceso oxidativo que tiende a mineralizar la materia orgánica presente en los RSO. Si bien este manual no pretende profundizar sobre la teoría propia del proceso de compostaje deben ser mencionados algunos fundamentos.

Deben conformarse pilas con dimensiones específicas donde predomina el **largo** sobre el alto y el ancho. Según la disponibilidad de equipamiento, y superficie de la cancha de compostaje se podrá modificar la relación entre estas tres dimensiones. Normalmente no es recomendable superar los 1,5 m de altura para la pila, pero es posible que el operador cuente con equipos especialmente diseñados para pilas de mayor altura.

Para que un proceso de compostaje se lleve a cabo de manera satisfactoria deben estar presentes los siguientes elementos.

- **Nutrientes:** presentes en los residuos, pero debe garantizarse una relación C/N=25.¹⁷
- **Biomasa** (microorganismos): son los que realizan la degradación, normalmente presentes en los residuos. Debe evitarse introducir en las pilas de compostaje sustancias inhibidoras de la actividad biológica, como ser pilas, cloro u otros. Aunque no suele ser necesario, puede introducirse un inóculo en la mezcla a fin de estimular el proceso.
- **Humedad:** suele variar en cada caso particular, normalmente alrededor del 30% se considera un valor aceptable.
- **Oxígeno:** la concentración de O₂ alrededor de las partículas debe alcanzar como mínimo un 20% de la mezcla gaseosa (muy similar a la existente en el aire). Por debajo de estos valores comenzarán a percibirse olores nauseabundos debido a que el equilibrio químico tenderá a formar compuestos reducidos.

Conociendo que el proceso de respiración celular es netamente exotérmico, se observa en el compostaje una tendencia desde un ambiente mesotérmico (10 – 40 °C) hacia una termogénica (40 – 75 °C). Una vez consumida la materia orgánica se produce el regreso a un estado mesotérmico.

Como es posible intuir, las temperaturas superiores a 70°C pueden dañar severamente a buena parte de los microorganismos que llevan a cabo el proceso, por eso es necesario **voltear regularmente las pilas** de compost y **mantener constantemente húmeda** la superficie. Ambas acciones tienen un doble efecto: la primera libera la temperatura atrapada en el centro de las pilas y permite el ingreso de O₂, la segunda permite el descenso de la temperatura¹⁸ y mantiene los niveles de humedad necesarios para que el proceso se produzca de modo satisfactorio.

La remoción de compost puede llevarse a cabo con un equipo removedor y/o con personal que voltee las pilas.

Por último el PH debe ser cercano al neutro **6,5<PH<7,5**. Valores inferiores a 5,5 inhibirán el crecimiento de los microorganismos, lo mismo ocurrirá cuando se supere un valor de 8.

¹⁷ En realidad este es el valor óptimo. Se puede tolerar 20<C/N<30.

¹⁸ Ya que la evaporación es un proceso endotérmico.

⚠ La presencia de RSO puede favorecer la presencia de roedores y otros vectores, por lo tanto debe operarse permanentemente para reducir la presencia de estos huéspedes indeseables en el sector de compostaje. Para esto siempre es recomendable minimizar el uso de agentes químicos, pero en caso de ser necesario debe priorizarse la protección del personal que controla o ejecuta el proceso. Dado el riesgo biológico existente en este proceso el uso de EPP es absolutamente obligatorio¹⁹.

12) Zaranda de Compost

Objetivo: retirar del compost terminado aquellas partículas que superen el tamaño del tamiz o impurifiquen el producto final.

El compost es colocado en una tolva o contenedor previo al tamizado. El producto es conducido a una malla que tiene un tamaño de tamiz de acuerdo a las exigencias y requerimientos del producto a obtener. El proceso es sumamente simple, puede ser llevado a cabo por dos operarios que zarandean un tamiz o puede ser ejecutado por un equipo con gran capacidad y eficiencia. El tipo de proceso dependerá de los volúmenes producidos, de la calidad de producto exigido y de la disponibilidad de recursos (tanto humanos como económicos).

13) Transporte de los RSU

Objetivo: conducir residuos de un proceso o etapa al siguiente.

El transporte o movimiento de los materiales son operaciones fundamentales para el desarrollo de cualquier actividad productiva. Aunque explícitamente no agregan valor al producto es una etapa que no se puede eludir. Teniendo en cuenta este aspecto debe considerarse seriamente minimizar costos asociados a este proceso. Esto se logra adaptando la logística de un modo tal que permita reducir el número de viajes y/o adoptar nuevas tecnologías.

Los residuos son depositados por un camión recolector en la zona de descarga de la planta de clasificación. Son conducidos a la tolva de recepción mediante la acción de la pala cargadora. Luego son transportados mediante la cinta de elevación, cinta de clasificación principal y cinta de derivación. El material recuperable seleccionado se transporta a la zona de compactación mediante los carros metálicos. El vidrio seleccionado se transporta al sector destinado a este material mediante los carros metálicos. El material de rechazo se transporta al relleno mediante carros o camiones dependiendo de la magnitud de la planta²⁰.

¹⁹ Estos aspectos se desarrollan con mayor profundidad en apartados subsiguientes.

²⁰ Notar que cuanto mayor sea la recuperación de materiales, menores serán las cantidades de rechazo a transportar.

El material orgánico compostable se puede transportar a la zona de compostaje mediante camión, carro o cinta. Véanse las principales ventajas y desventajas de cada sistema.

Tabla 1: ventajas y desventajas en sistemas de transporte de la fracción orgánica.

Sistema	Ventajas	Desventajas
Camión Volcador	Gran capacidad de transporte por viaje.	Puede convertirse en un cuello de botella para la Planta de Clasificación. Alto Costo de Inversión. Debe estar vinculado al transporte de RSO.
Carro de Mano	Flexibilidad, se pueden realizar tantos viajes como sean necesarios. Bajo Costo de inversión.	Poca capacidad de transporte por viaje. Están limitados a plantas pequeñas o con gran disponibilidad de RRHH.
Cinta Transportadora	Flexibilidad, se utiliza solo cuando la distancia al sitio de compostaje es grande. Gran capacidad de transporte.	Alto costo de inversión. Necesita un sistema de apoyo en caso de detención o rotura, ya que puede volverse un cuello de botella para la Planta de Clasificación.

Los fardos de material recuperado se transportan al almacén mediante la zorra manual. Los fardos de material recuperado se transportan del almacén a la zona de carga de camión mediante la zorra manual.

Los fardos de material recuperado se cargan en el camión mediante el autoelevador.

- ⚠️ Tener especial precaución con el transporte en las zonas donde circule personal. Es siempre conveniente definir sendas de circulación peatonal a lo largo de las instalaciones, haciendo especial hincapié en los sitios donde circulen camiones.

14) Almacenaje

Objetivos: conservar el material en buen estado hasta el momento de su comercialización.

Cuando existan fracciones orgánicas presentes en los residuos, no es conveniente prolongar por demasiado tiempo el almacenamiento, principalmente porque esta fracción es putrescible y normalmente a partir de los 2-3 días se inicia el proceso de descomposición. El tiempo de

almacenamiento por lo general aumenta cuando existen humedades y temperaturas bajas y disminuye en la situación inversa.

En general, para todos los productos que se recuperan en la planta y también para el compost se utiliza el sector de almacenaje ya que normalmente las ventas no son diarias sino que se comercializa el material al tener una cantidad considerable. En el caso del compost, no hay riesgo de generar olores o descomposición ya que este se encuentra estabilizado por el proceso biológico.

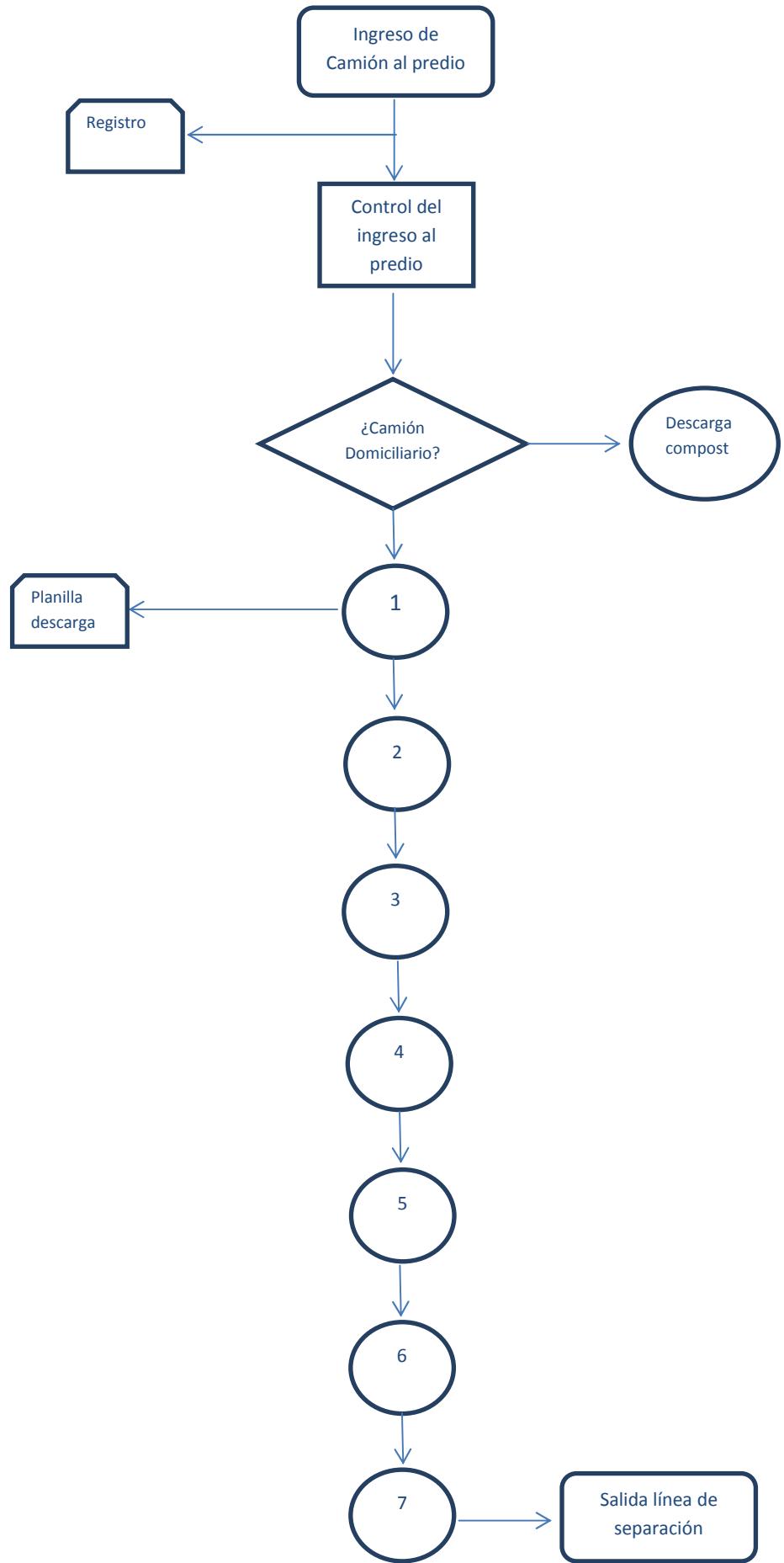
- ⚠ Tener en cuenta que un sector con papel, cartón, plásticos y otros materiales recuperados es probable que pueda ocurrir un incendio. Se debe calcular la carga de fuego del sitio para la situación más desfavorable y proveer con instalaciones acordes a dicha situación. Es conveniente contemplar las siguientes opciones: rociadores con detectores automáticos, matafuegos, capacitar al personal y tener la cobertura de seguro adecuada.
- ⚠ Se debe tener en cuenta para al almacenaje de materiales inflamables la presencia de máquinas que pueden generar chispa, o procesos que pueden emitir grandes cantidades de calor. También debe prohibirse prender fuego o fumar en los sectores de almacenaje.



Figura 14: fardos de material recuperado en sector de almacenamiento.

4.6 Diagrama de Análisis del Proceso o Diagrama de Flujo

Es una forma de graficar toda la secuencia de procesos como la que se acaba de desarrollar. Se conectan las distintas etapas con diagramas de bloques y se colocan los datos más importantes permitiendo analizar todos los procesos que ocurren, desde el inicio al final.



Descarga dentro de la Planta

1. Transporte de bolsas hacia tolva de recepción
2. Separación y extracción de bolsas y plásticos
3. Separación de papel y cartón
4. Separar y extraer vidrios
5. Separar y extraer metales
6. Separar y extraer material no seleccionado.
7. Separar y extraer material no seleccionado

4.7 Elementos peligrosos presentes en los RSU

Existen variados elementos que si bien por su procedencia son RSU por sus compuestos o características son considerados residuos peligrosos, algunos ejemplos son: las pilas y las baterías, los tubos y lámparas, bidones contaminados, latas o aerosoles de pinturas, solventes, ácidos, aceites, venenos, distintos compuesto presentes en los RAEE y otros.

Se debe establecer un protocolo para actuar ante la aparición de elementos que contengan RP de manera que el personal esté capacitado y sepa cómo manipular dichos elementos.

La práctica más común para este tipo de residuos, a través de un proveedor de servicios que se encargue de retirarlos y tratarlos a fin de convertirlos en residuos no peligrosos. Otra manera de gestionarlos es disponerlos en rellenos de seguridad.

La utilización de EPP es requisito en todo momento, el personal nunca debe estar en contacto directo con este tipo de residuos. Considerar disponerlos en lugares con suelo impermeable y prever protocolo de actuación en caso de derrames



Figura 15: residuos peligrosos segregados de otras corrientes.

5. LOGÍSTICA

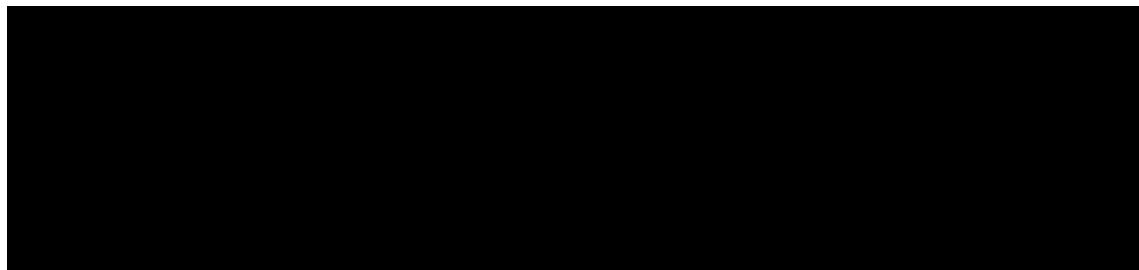
Para este caso se pueden definir dos tipos de logística, la interna y la externa a la planta o predio que fue definido como eje. La logística interna incluirá: el ingreso al predio, los transportes de un proceso a otro, el almacenaje y la carga del vehículo que lo transporte. La logística externa son los procesos de transferencia de los productos obtenidos en la planta a los receptores externos y la gestión de proveedores de servicios para la operación de los procesos que se llevan a cabo en el predio.

5.1 Comercialización

Se considera que la venta solo se ejecuta cuando el camión que realiza el transporte alcanza su capacidad máxima para un material homogéneo.

5.2 Transporte

Existen variedad de camiones y camionetas, a continuación las características de tres de ellos: chasis, balancín y semirremolque.



Los limitantes para el transporte serán: el peso máximo que puede tener la carga y la capacidad volumétrica del transporte medida en m^3 .

5.3 Material orgánico a almacenar y transportar

Para el almacenaje del compost, se puede empaquetar en bolsas plásticas, arpilleras u otro tipo siempre que convenga desde la óptica económico-ambiental. La capacidad puede ser de 1,5 dm^3 , 10 dm^3 , 25 dm^3 o 60 dm^3 . Se puede almacenar bajo techo o tomando recaudo de aislarlas

del sol y la lluvia. Si se pretenden trasladar por grandes cantidades conviene colocar varias bolsas sobre pallets.

5.4 Material recuperado a almacenar y transportar

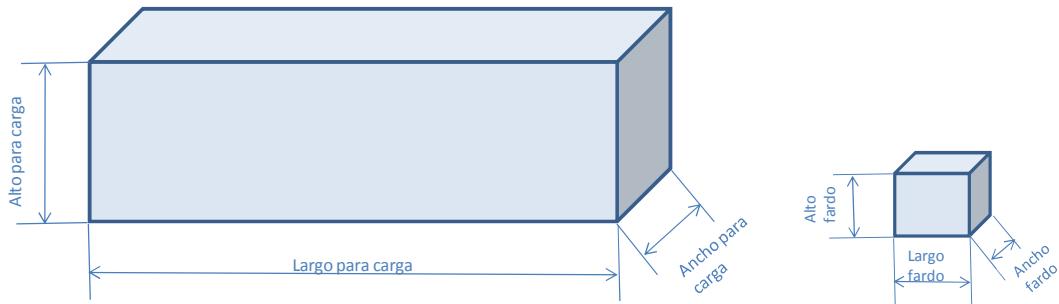
En este grupo existe una mayor cantidad de alternativas según los materiales que se recuperen en cada planta, el vidrio se puede almacenar en barriles o contenedores metálicos bajo techo o al aire libre. Para el caso de metales, latas y otros conviene compactarlos y almacenados bajo techo debido a que la exposición a la intemperie favorece su oxidación, el tamaño de los fardos depende de la prensa horizontal. También se pueden compactar restos textiles y tetrapack. Por último, para los materiales más abundantes, como papel, cartón y plásticos, se realizan los siguientes cálculos:

El tamaño y peso de los fardos depende de la prensa vertical, existen distintos modelos con diferentes dimensiones y capacidades. Para el caso considerado se toma una prensa que produce fardos con las dimensiones observadas en la tabla 2.

Prensa vertical					
Peso promedio del fardo de papel	Peso promedio del Fardo de Plástico	Largo del Fardo	Ancho del Fardo	Alto del Fardo	Volumen
[Kg]	[Kg]	[m]	[m]	[m]	[m ³]
200	185	0,9	0,6	0,9	0,5

Tabla 2: peso y dimensiones de fardos.

De acuerdo a la capacidad del sistema de transporte (camión) y del fardo, se debe de optimizar el proceso de modo tal de aumentar la cantidad transportada por viaje realizado.



Los datos de las dimensiones de los fardos y la capacidad de cada sistema de transporte considerado se combinan en la tabla a continuación.

Tabla 3: características de los sistemas de transporte.

			Chasis	Balancín	Semirremolque
C A M I Ó N	Capacidad	Tn	10	14	26
	Largo para carga	mts	8,3	7,5	13
	Ancho para carga	mts	2,45	2,5	2,6
	Alto para carga	mts	2,5	4,1	2,6
	Capacidad	m3	50,8	76,9	87,9
C A R G A	Peso promedio del fardo de papel	Kg	200	200	200
	Peso promedio del fardo de plástico	Kg	185	185	185
	Largo del fardo	mts	0,9	0,9	0,9
	Ancho del fardo	mts	0,6	0,6	0,6
	Alto del fardo	mts	0,9	0,9	0,9
	Volumen del fardo	m3	0,5	0,5	0,5
O P C I Ó N A	Cantidad de fardos en largo*	unidades	13	12	21
	Cantidad de fardos en ancho*	unidades	2	2	2
	Cantidad de fardos en alto*	unidades	2	4	2
	Cantidad Total de fardos	unidades	52	96	84
	Volumen de los fardos	m3	25,3	46,7	40,8
	Peso total de los fardos papel	Tn	10,4	19,2	16,8
	Volumen libre	m3	25,6	30,2	47,1
	Peso disponible	Tn	-0,4	-5,2	9,2
O P C I Ó N B	Cantidad de fardos en largo*	unidades	9	8	14
	Cantidad de fardos en ancho*	unidades	4	4	4
	Cantidad de fardos en alto*	unidades	2	4	2
	Cantidad Total de fardos	unidades	72	128	112
	Volumen de los fardos	m3	35,0	62,2	54,4
	Peso total de los fardos papel	Tn	14,4	25,6	22,4
	Volumen libre	m3	15,8	14,7	33,4
	Peso disponible	Tn	-4,4	-11,6	3,6

*=Redondear hacia abajo

En la tabla se han combinado las características de la carga y la de los camiones. Debido a la geometría de la carga ($0,9\text{m} \times 0,6\text{m} \times 0,9\text{m}$) existen dos formas de colocarla dentro del camión:

- Opción A donde se coloca la carga de $0,9\text{m} \times 0,6\text{m}$ de base
- Opción B donde se coloca la carga de $0,9\text{m} \times 0,9\text{m}$ de base.

Se concluye que la **opción B** es más conveniente puesto que permite trasladar mayor cantidad de fardos por vehículo.

Los valores en rojo indican que con la carga de dichos fardos se supera la capacidad en peso del camión por lo que se deberán cargar menor cantidad a fin de no superar el peso máximo.

5.5 Almacenaje

Si el almacenamiento de los materiales se realiza sobre el piso, se establece una altura máxima de apilamiento de 3 m, en caso de superar esta altura colocar una unidad menos.

Por otro lado el lugar se debe dimensionar para almacenar por lo menos un camión de cada uno de los materiales hasta su venta, conviene planificar la venta y generar compromiso con el cliente a fin de no acumular cantidades excesivas de un solo material.

Finalmente se utiliza un sistema de transporte con semirremolque, por lo que cada vez que se ejecuten ventas serán por:

- 111 fardos de papel, cartón y plástico. Con margen de seguridad del 10% se necesita lugar para almacenar 124 fardos de papel, cartón y plástico.

Si se disponen los fardos con la base de $0,9\text{m} \times 0,9\text{m}$, la altura de cada uno será de $0,6\text{ m}$ y haciendo $3\text{ m}/0,6\text{m} = 5$, permitiendo esto que se puedan apilar 5 fardos en altura. Correspondiendo a la opción A.

Si en cambio se colocan los fardos con la base de $0,9\text{m} \times 0,6\text{m}$ la altura de cada uno será de $0,9\text{ m}$ y haciendo $3\text{ m}/0,9\text{ m} = 3,33$, permitiendo esto apilar hasta 3 fardos en altura. Lo que corresponde a la opción B.

Ver a continuación la tabla de cálculo para espacio de almacenaje:

Tabla 4: superficie ocupada por fardos de RSU.

			Papel	Cartón	Plástico
S T O C K	Cantidad de fardos por venta	Unidades	112	112	112
	10% de seguridad	Unidades	124	124	124
	Altura máxima de estiba	mts	3	3	3
F A R D O	Peso promedio del fardo	Kg	200	200	185
	Largo del fardo	mts	0,9	0,9	0,9
	Ancho del fardo	mts	0,6	0,6	0,6
	Alto del fardo	mts	0,9	0,9	0,9
	Volumen del fardo	m3	0,5	0,5	0,5
	Volumen Total	m3	60,3	60,3	60,3
A	Cantidad de fardos por pila*	Unidades	5	5	5
	Pilas necesarias**	Unidades	25	25	25
	Superficie necesaria	m2	20,3	20,3	20,3
B	Cantidad de fardos por pila*	Unidades	3	3	3
	Pilas necesarias**	Unidades	42	42	42
	Superficie necesaria	m2	22,7	22,7	22,7
					60,8
					68,0

* = Redondear hacia abajo; ** = Redondear hacia arriba.

Se concluye para el caso del almacenamiento que la opción A es la más conveniente, ya que permite almacenar el mismo volumen en una superficie menor, con la observación de que cada pila será de 5 fardos (contra los 3 fardos de la opción B) por lo que su apilamiento requerirá mayor pericia por parte del operador y mayores recaudos en materia de seguridad.

Serán necesarios 20 m² por cada tipo de residuos a saber: papel, cartón, plásticos. Sumando un total mínimo de 60 m² para los tres materiales.

Se debe considerar que el plástico no es un solo material, sino que se clasifica en: PET cristal, PET verde, PEAD, PEBD, y si cada uno se vende por separado, con el mismo criterio se necesitará un espacio 20 m² para almacenar cada uno.

Si bien se utiliza, el almacenaje a la intemperie no resulta conveniente. Los principales motivos son: el deterioro de calidad del material, la seguridad, los factores climáticos, el orden y limpieza del predio.

5.6 Codificación-Documentación

A fin de implementar un registro de la información simple, efectivo y de fácil trazabilidad, se recomienda estandarizar y codificar los datos.

Algunos de los datos que se pueden codificar son: los camiones mediante su patente, los choferes, los materiales almacenados, los clientes, los proveedores, el personal en general. En el anexo N° 4 se ejemplifican las distintas codificaciones propuestas.

La información que se acumule debe encontrarse ordenada y debidamente documentada. Una actitud activa frente a este aspecto de la gestión es el punto de partida para la implementación de un sistema con inercia de mejora continua.

La disponibilidad de información del proceso permite establecer indicadores cuantitativos de eficiencia, lo cual a su vez permite establecer metas de mejora u optimización.

Para implementar y sostener un sistema adecuado de documentación y codificación de la información generada en el proceso, es de gran ayuda recordar dos máximas. La primera de ellas es “*No lo diga, escríbalo*” y en segundo lugar es importante recordar que “*No se mejora lo que no se mide*”.

Ver Anexo N° 4: Codificación

5.7 Indicadores

Este aspecto está profundamente relacionado con el apartado anterior de codificación-documentación, ya que no se pueden establecer indicadores sin una administración ordenada de la información.

Para una adecuada gestión de la planta y de cada una de las áreas, se deben desarrollar indicadores que midan distintas variables operativas y permitan seguir su evolución a lo largo del tiempo.

No hay proceso que se pueda perfeccionar si no se mide su efectividad y eficiencia. La mejora continua necesita de indicadores objetivos para establecer metas físicas que se puedan cumplir.

La Coordinación General para la GIRSU cuenta con una serie de indicadores de gestión de residuos sólidos urbanos en la grilla de *Monitoreo de Sistemas GIRSU*. Muchos de estos indicadores se pueden utilizar en una localidad que pretende orientar la gestión de residuos en un sentido de mejora continua. Algunos ejemplos pueden ser:

1. Porcentaje de la población Cubierta:
2. Porcentaje de la población cubierta con recolección diferenciada
3. Porcentaje de la población que separa los residuos (medible a través de encuestas u otros indicadores)

4. Residuos recuperados/Residuos totales
5. Residuos compostados/Residuos totales
6. Residuos dispuestos sin tratamiento/Residuos totales
7. Costo de gestión/Tonelada
8. Otros...

6. COMERCIALIZACIÓN

Es fundamental invertir tiempo y recursos a esta actividad ya que de esta depende el éxito de la planta (poder generar ingresos a partir de los materiales recuperados y el compost producido). Se deben conocer las necesidades del cliente mediante entrevistas, reuniones, encuestas y satisfacer sus requerimientos maximizando los beneficios obtenidos a partir de esta.

Los clientes tienen distintos requerimientos para la compra de los materiales, por ejemplo, para el vidrio puede ser: mezcla o verde, cristal separado, entero, partido o molido.

También existen exigencias de calidad para el papel, por ejemplo: con humedad menor al 5% o al 2%, nivel de pureza del papel blanco, otras que varían según el cliente.

Al conocer y cumplir dichas exigencias se logra mayor previsibilidad en la efectividad de la venta a la vez que se aumenta la satisfacción y confianza del cliente.

6.1 Investigación del mercado

Es siempre conveniente buscar nuevos y mejores clientes a fin de maximizar los ingresos generados por la actividad, basando la búsqueda en distintos criterios como ser: mejor precio, cliente más cercano y otros que se consideren ponderables. Existen listados de empresas recicadoras en la SAyDS y otros organismos provinciales y no gubernamentales que son útiles en la búsqueda.

Es muy recomendable establecer canales de comunicación con plantas cercanas o de otras ciudades del país a fin de intercambiar datos de clientes (además de intercambiar experiencias, problemas y soluciones comunes) así como también consultar con las empresas de la zona que puedan estar interesadas en adquirir los materiales recuperados para incorporar en sus procesos productivos.

6.2 Ventas

En base a la experiencia adquirida producto de visitas a distintas plantas del país, se pudo constatar que las distancias de transporte hasta los sitios donde los residuos recuperados son vendidos es una variable a tener en cuenta. Por esta razón, conviene concretar las ventas una

vez que se haya acumulado lo suficiente como para llenar un camión con material homogéneo²¹. Dado que la mayoría de los materiales comercializados tienen bajo valor por unidad de peso (\$/kg), sumado a las grandes distancias antes mencionadas, deriva en que el transporte se realice en camiones de gran capacidad a fin de minimizar el costo de transporte.

Las ventas deben ser registradas como mínimo con los siguientes datos: fecha de venta, código del cliente, código del material vendido, precio unitario, cantidad y monto total de la venta.

Ver Anexo N° 3: Planilla de Ventas

Mensualmente se realiza un reporte de las ventas y se pueden realizar indicadores y gráficos como ser: monto de ventas mensuales, ventas por producto, ventas por cliente, otros.

7. PLAN DE HIGIENE

La necesidad de contar con un Plan, refiere a las ventajas indiscutibles que se obtienen de conocer, planificar y organizar con anticipación todas las acciones o medidas que se realicen en función de cumplir ciertos objetivos.

Para el caso de un Plan de Higiene se incluirán las acciones de limpieza y desinfección diarias, también las acciones de desratización y desinsectaciones periódicas. Todas estas tienen como principal objetivo proteger la salud humana. Para cada acción se indica cómo, cuando, con qué frecuencia y quien la realiza, además de cómo se controla y se sigue la evolución en el tiempo.

7.1 Plan de Limpieza y Desinfección

Dado que los insumos básicos del proceso son residuos, es fundamental elaborar y cumplir el Plan de limpieza y desinfección a fin de garantizar un ambiente de trabajo con condiciones aceptables en términos sanitarios.

Se define como limpieza al proceso físico o químico de remoción de suciedad o impurezas de las superficies.

Para establecer un programa de limpieza efectivo se puede tomar la metodología a continuación:

Responder las siguientes preguntas:

- 1) ¿Qué limpiar y desinfectar?
- 2) ¿Con qué limpiar y desinfectar?
- 3) ¿Cuándo y con qué frecuencia limpiar y desinfectar?
- 4) ¿Cómo limpiar y desinfectar?
- 5) ¿Quién realiza la limpieza y desinfección y quién la supervisa?

²¹ A menos que el comprador esté interesado en dos tipo de RSU recuperados en la planta.

1) ¿Qué limpiar y desinfectar?

Se deben limpiar y desinfectar todas las superficies que estén en contacto con los residuos en base a la metodología propuesta por el proveedor del equipo.

Las superficies no expuestas al contacto con residuos deben ser higienizadas según métodos tradicionales.

En lo que se refiere a interior de la planta se debe actuar sobre toda la maquinaria (tolvas, cintas transportadoras, compactadoras, entre otras), sobre las herramientas utilizadas (auto elevadores, carritos, zorras, palas, ganchos, etc.) y sobre los pisos.

En cuanto a lo externo a planta se debe actuar sobre los camiones de recolección, transferencia o transporte de RSU para comercialización.

2) ¿Con qué limpiar y desinfectar?

Se ejecuta de la siguiente manera:

Pre limpieza o Proceso Físico.

- Retirar con pala o gancho los restos de residuos que hubieran quedado.
- Humedecer con agua caliente a presión.

Limpieza o Proceso Químico.

- Aplicar agua con detergente o producto indicado por el proveedor.
- Enjuagar con Agua.

3) ¿Cuándo y con qué frecuencia limpiar y desinfectar?

Al finalizar la jornada laboral (sea esta de uno, dos o tres turnos) se debe proceder a la limpieza y desinfección de las instalaciones.

La frecuencia de limpieza es diaria, luego de finalizar cada jornada se deben limpiar y desinfectar las instalaciones.

Es muy importante realizar la limpieza y desinfección diaria, para que cada día los trabajadores se encuentren con un lugar en adecuadas condiciones de higiene para desarrollar sus actividades.

4) ¿Cómo limpiar y desinfectar?

Durante la limpieza se produce movimiento de sustancias potencialmente patógenas y tóxicas. Dispersándose en el medio líquido, sólido o en el aire. Por esto quien realice la limpieza de la planta y los equipos debe contar con los elementos de protección adecuados.

E deben utilizar los siguientes elementos de protección personal:

- Botas
- Delantal impermeable
- Guantes
- Barbijo
- Protección ocular

5) ¿Quién realiza la limpieza y desinfección y quién la supervisa?

Se debe asignar un responsable para la limpieza y desinfección y esta a su vez debe ser supervisada. Por esta razón el proceso debe contar con un ejecutante y un supervisor. Esto no implica que se necesiten uno de cada tipo. Es decir pueden existir 5 ejecutantes y un supervisor o 4 ejecutantes y dos supervisores. Solo puede existir un responsable de proceso, este debe ser un supervisor.

Todos los aspectos anteriormente mencionados deben ser documentados en el Plan de limpieza y desinfección de la Planta.

7.2 Plan de Desratización y Desinsectación

Son un conjunto de actividades y documentos que estandarizan los procesos destinados a mantener en el mínimo la presencia de animales cuya presencia resulta indeseable o inconveniente en el interior de la planta.

Desratización²²

²² Aunque hace alusión principalmente a roedores, también se aplica a aves u otros animales que perjudiquen al proceso, la salud o las instalaciones.

Son todas aquellas medidas destinadas a eliminar o prevenir la presencia de roedores como ratas, ratones, lauchas. También puede incluir aves y otros indeseables que puedan aparecer en las instalaciones.

Se encuentra directamente vinculado con el nivel de limpieza y desinfección ya que las condiciones de higiene deficitarias favorecen la aparición de roedores y otros.

Protección Pasiva

Conjunto de medidas preventivas, defensivas para evitar que los roedores ingresen, vivan y se reproduzcan en los establecimientos.

Es fundamental un adecuado mantenimiento de los galpones y edificios y zonas aledañas

Algunas medidas preventivas son:

- Tapar pozos, grietas y huecos en donde se puedan alojar los roedores.
- Proteger los desagües mediante rejillas que impidan el paso de roedor.
- Utilizar tapas pesadas para pozos ciegos, puertas trampas.
- Presencia de depredadores: perros, gatos, halcones, etc.

Protección Activa

Se define como aquellos métodos ofensivos para combatir la población de roedores y otros, podrán ser: mecánicos, físicos, químicos y biológicos.

- Métodos mecánicos: como ser trampas de resorte o adherencia, jaulas o ratoneras.
- Métodos físicos: como ser ultrasonido.
- Métodos biológicos: perros, gatos, halcones.
- Métodos químicos: repelentes, fumigantes, raticidas, cebos que disminuyen la capacidad de reproducción de los roedores.

Desinsectación

Son el conjunto de acciones y medidas para mitigar la presencia de insectos, los cuales pueden actuar como vectores y transmitir enfermedades. Estos pueden ser: moscas, mosquitos, cucarachas, otros.

Al igual que para el caso de la desratización se puede intervenir con métodos físicos o químicos. Para el caso de moscas, que suele ser muy habitual en plantas de clasificación de residuos, se suelen realizar fumigaciones con sustancias adecuadas para cada situación.

- ⚠️ Tener en cuenta el riesgo de utilizar sustancias biocidas cuando se desinsecta en una planta de compostaje, las sustancias que eliminan insectos o inhiben su reproducción también pueden dañar la biomasa que realiza el proceso de degradación de la materia orgánica.**

Las acciones de Desratización y Desinsectación deben realizarse mensualmente en condiciones normales. En caso de detectarse una plaga debe aumentarse la frecuencia de las acciones.

Baños y Vestuarios

Dado que el contacto con sustancias peligrosas (muchas de ellas volátiles), el personal operativo de la planta acumula sustancias patógenas en la piel y el pelo. Esto representa un problema puesto que el individuo se dirige a su domicilio impregnado de sustancias tóxicas que repercuten negativamente en su salud y la de sus familiares o individuos convivientes.

Por lo descrito en el párrafo anterior es absolutamente necesario que el personal se duche en las instalaciones y cambie de ropa de trabajo, de modo de evitar la permanencia de la sustancia tóxica en los tejidos externos del individuo y la difusión de estos en otros ambiente donde pueden vulnerar a otros.

8. Plan de Seguridad

Al elaborar un plan de seguridad se debe conocer y planificar aquellas medidas para la protección del personal y de los equipos. Para esto se debe considerar tanto la seguridad preventiva como de la reactiva. Para la primera es importante reducir el riesgo de todas las actividades que lo ameriten y proteger al personal (con equipamiento adecuado) en caso de existir un accidente o factor que pueda amenazar su integridad física. Para el caso de la seguridad reactiva se debe contar con planes de evacuación, protocolos de procedimientos en caso de emergencias y un adecuado seguro médico para el personal.

La planta debe encontrarse adecuadamente señalizada, contando con carteles para indicar las distintas zonas de trabajo y las vías de circulación para vehículos y personas. Por otro lado deben indicarse la peligrosidad de los equipos o los sitios que lo ameriten.

Si bien puede parecer contradictorio es muy importante no recargar excesivamente el ambiente con cartelería relacionada con la seguridad. Esto resta efectividad en la comunicación del riesgo al cual el personal se encuentra expuesto. Es de gran importancia contar con un buen criterio al momento de definir este aspecto.

Los matafuegos, extintores, vías de circulación y salidas de emergencia deben estar visibles y sin obstáculos en todo momento. Tener en cuenta requerimientos de la normativa aplicable

en cada caso, calcular la carga de fuego para cada local y diseñar/disponer el sistema anti incendios en función de esto.

8.1 Ventilación e Iluminación

Siempre es conveniente maximizar la iluminación natural, esto permite menor esfuerzo en la visión por parte del personal y maximiza el ahorro de energía. Por otro lado la iluminación artificial también es obligatoria y debe dimensionarse de acuerdo a las dimensiones de la planta.

En lo que refiere a la ventilación se debe considerar seriamente, dado que se trabaja con sustancias insalubres y en algunos casos se pueden encontrar sustancias inflamables entre los residuos. Por esto al ser las plantas de clasificación instalaciones de dimensiones importantes, conviene establecer sistemas de ventilación inducidos.

8.2 Incidente o Accidente

Un incidente un evento en el cual el personal, las instalaciones, los materiales o el medio ambiente pudieron haber sufrido un daño, pero este no se materializó.

Por otro lado en un accidente el suceso si produce una lesión al personal o las instalaciones sufren daños (siniestro) o bien resulta perjudicado el medio ambiente.

Ambos tipos de sucesos se deben registrar adecuadamente, seguir su historial y trabajar en pos de su minimización.

Para esto es de gran importancia establecer un sistema de investigación de accidentes identificando las causas básicas, el origen y las acciones de mejora del proceso a fin de evitar que vuelva a ocurrir.

Para realizar la investigación existen distintas metodologías como ser: *Árbol de Causas*, *Espina de Pescado*, *5 ¿Por qué?*, entre otros.

8.3 Combate contra el fuego

Si bien no es lo habitual, es recomendable la instalación de rociadores automáticos con detectores de humo, especialmente en la zona donde se almacenen los materiales recuperados.

Se deben instalar y mantener los matafuegos de tipo **A-B-C** en función a lo establecido en la Ley nacional N°19.587 y su Decreto 351/78 sobre Higiene y Seguridad en el trabajo. En el cual el artículo Nro. 176 dispone lo siguiente:

"...Artículo 176. -La cantidad de matafuegos necesarios en los lugares de trabajo, se determinarán según las características y áreas de los mismos, importancia del riesgo, carga de fuego, clases de fuegos involucrados y distancia a recorrer para alcanzarlos.

Las clases de fuegos se designarán con las letras A-B-C y D y son las siguientes:

1. Clase A: *fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos, como ser maderas, papel, telas, gomas, plásticos y otros.*

2. Clase B: *fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, gases y otros.*

3. Clase C: *fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica.*

4. Clase D: *fuegos sobre metales combustibles, como ser el magnesio, titanio, potasio, sodio y otros.*

Además deben existir formas adicionales para la lucha contra el fuego, como arena, mangueras y otros.

...."

No obstante lo indicado respecto a matafuegos en al Artículo 176 es necesario contemplar todos los aspectos de diseño involucrados en la normativa contemplada. A esto deben sumarse los requerimientos a nivel Provincial o Local.

8.4 Elementos De Protección Personal o Individual (EPP o EPI)

En todo momento se debe estar acorde a los requerimientos la Ley Nacional 19.587 Ley de Higiene y Seguridad

Se le debe proveer a todo el personal de dos juegos de ropa de trabajo dos veces por año, como mínimo. Se entregan dos juegos de ropa para verano y dos juegos para invierno. El mismo se compondrá de pantalón y camisa adecuados.

No se debe permitir la realización del trabajo con ropa personal, de manera que la ropa personal no esté en contacto con los residuos y los agentes contaminantes presentes en estos.

La ropa de trabajo del personal debe ser lavada adecuadamente, de manera que cada día antes de comenzar el turno laboral, el personal se cambie su ropa por la de trabajo y al finalizar el día entrega la ropa de trabajo, se ducha y volver a cambiar.

Además es obligatorio entregar al personal los EPP dos veces por año como mínimo y realizar un cambio siempre que se deterioren y no cumplan con su función. También se deben brindar capacitaciones sobre la importancia del uso correcto de los EPP. Luego el trabajador debe ser responsable de su adecuada utilización.

Para cada puesto de trabajo se debe definir que EPP son necesarios, en general son los siguientes:

- Pantalón y camisa de trabajo.
- Botines o botas de seguridad (con punta de acero).
- Guantes impermeables y anti-cortes.
- Delantal plástico.
- Antiparras de PVC.
- Barbijo
- Protección auditiva para los puestos de trituración, compactación y otros cuyo nivel sonoro así lo establezca.

La **responsabilidad del empleador** consiste en la entrega y reposición de EPP así como también brindar las capacitaciones necesarias y controlar al personal en su uso.

El **personal** también tiene **la responsabilidad** de utilizar adecuadamente y cuidar sus EPP. Conviene aplicar sistemas de premios y/o castigos para el personal que utiliza o no utiliza los EPP adecuadamente a fin de promover una cultura de la seguridad en las instalaciones.

8.5 Ergonomía en los Puestos de Trabajo

Según la Ley Nacional 19.857 el Ministerio del trabajo define en su Res. N° 295/2003 a la Ergonomía como:

"Estudios y diseños como interface entre el hombre y la máquina para prevenir la enfermedad y el daño, mejorando la realización del trabajo. Asegurar que los trabajos y tareas se diseñen para ser compatibles con la capacidad de los trabajadores"

Se deben realizar análisis y mediciones de los puestos de trabajo para asegurarse que su realización no afecte la salud de los trabajadores teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Ambiente Laboral: se refiere a las condiciones circundantes al puesto de trabajo, incluye: ruido, vibraciones, iluminación, color, confort térmico, orden y limpieza, contaminantes del ambiente, distancias, desplazamientos y densidad de ocupación entre otros.

Carga Física: se refiere al empleo de mecanismos fisiológicos musculares, incluyen: manipulación de cargas, esfuerzos internos musculares, posturas, tiempo y ritmo de trabajo.

Carga Mental: es lo que se refiere al tratamiento de la información, percepción, memorización, selección, decisión y respuesta, incluye aspectos como: atención, repetividad y complejidad.

También existen otros factores que inciden directa o indirectamente en la realización de las actividades por parte del trabajador, como ser:

Factores Psíquicos: son las condiciones sociales de la persona: sexo, edad, estado físico, estado de salud, nivel cultural y de aprendizaje.

Factores Sociales: lo referido a la adecuación del trabajador al ambiente social del puesto: comunicaciones, responsabilidades, etc.

Factores Organizacionales: tiene que ver con la organización del trabajo: salario, horario, turnos, descansos, autonomía, etc.

Lo detallado anteriormente son las definiciones teóricas de los aspectos a tener en cuenta al analizar los puestos de trabajo, pero para llevarlo a la práctica se deberá proceder a la observación directa y mediciones sobre los puestos de trabajo para lo cual existen distintos métodos.

Se recomienda convocar a un especialista en temas de seguridad e higiene y solicitarle un análisis ergonómico de los puestos de trabajo de la planta y además, solicitar su opinión respecto al uso de EPP, el Plan de Evacuación, el Plan de Higiene y el combate contra el fuego.

- ⚠ El criterio de consultar con especialistas en cada materia se debe aplicar para todos los temas posibles: consultar a los bomberos por la lucha contra el fuego y el Plan de evacuación, consultar con especialistas contables sobre como registrar los activos y pasivos, con ingenieros o técnicos mecánicos acerca del plan de mantenimiento, con especialistas sociales o de recursos humanos para el manejo del personal y toda otra persona o profesional valiosa cuya opinión y asesoramiento sea útil para optimizar el funcionamiento del emprendimiento.

A modo de ejemplo se anexa una planilla para realizar el análisis ergonómico de un puesto de trabajo.

Ver Anexo N° 7: Análisis Ergonómico del trabajo.

8.6 Plan de Evacuación

Un Plan de Evacuación es la planificación y organización humana para la utilización de los medios previstos para reducir las consecuencias que pudieran derivarse de una situación de riesgo, de manera que cada persona sepa lo que tiene que hacer y lo realice en el menor tiempo posible.

Para esto se confecciona y se pone en marcha un Plan de Emergencia y es fundamental realizar simulacros periódicamente ya que lo que se busca es crear un patrón de comportamiento sistematizado que permita reaccionar en el menor tiempo posible de forma adecuada.

El objetivo del plan es siempre salvaguardar la salud de todo el personal del establecimiento.

El plan de evacuación debe indicar cómo y qué hacer frente a una situación de emergencia. La mayor parte del personal se debe evacuar de manera segura y rápida y concurrir al punto de

reunión y otra parte del personal debe estar capacitada para poder guiar y ayudar al resto, y de ser posible, sin asumir riesgos inaceptables, puede combatir la situación de peligro.

9. PLAN DE MANTENIMIENTO

Es de suma importancia para la adecuada conservación de las instalaciones, maquinaria y vehículos o rodados que operen dentro del predio, la existencia de un Plan de Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo. Como también lo es el registro del Mantenimiento Correctivo realizado.

Los proveedores de la toda la maquinaria deben capacitar al personal que opera las mismas y también al personal que realice su mantenimiento, además deben entregar los detalles de mantenimiento de cada máquina que debe indicar: cada cuánto, cómo y quién debe realizar el mantenimiento. Esta documentación debe ser correctamente resguardada, didáctica y bien detallada, con fotos, planos y otros soportes necesarios.

9.1 Plan de Mantenimiento Preventivo y/o Predictivo

Es importante primero conocer la diferencia entre ambos y en función a esto, a las instalaciones y maquinaria existentes, definir cual se aplicará.

El Mantenimiento Preventivo es aquel que se realiza para evitar que la máquina falle. Se hacen revisiones, reparaciones y recambios programados.

En el Mantenimiento Predictivo se realizan ensayos no destructivos sobre las máquinas a fin de determinar la necesidad o no de realizar un cambio o ajuste sobre determinado elemento para evitar la falla o parada.

Un Plan de mantenimiento preventivo debe incluir por lo menos: el código de la máquina, la descripción, la marca, qué mantenimiento se le realiza y con qué frecuencia, y quién lo debe realizar.

En el anexo relacionado se ejemplifica cómo es un plan para una máquina y esto se debe replicar para el resto de las instalaciones.

Ver Anexo N° 5: Plan de Mantenimiento Preventivo

9.2 Mantenimiento Correctivo

Es aquel que interviene una vez detectada una falla, rotura o avería. Procediendo a reparar o corregir la misma.

En general en las industrias se intenta minimizar este tipo de mantenimiento aumentando el predictivo o preventivo ya que al momento de producirse el mantenimiento correctivo la máquina ya ha dejado de operar en las condiciones adecuadas. Lo cual produce tiempos ociosos de maquinaria, personal y pérdidas de producción.

Cada vez que se realicen operaciones de mantenimiento se debe dejar un adecuado registro acerca de cuál fue la falla, si la falla interrumpió el funcionamiento de las instalaciones, cuánto tiempo duró, cómo se reparó y quién lo reparó. Esto se debe realizar cuando se ejecute mantenimiento correctivo por alguna falla no prevista y también cuando se realice el mantenimiento previsto en el Plan. Se debe registrar el código de la máquina, la falla, el tiempo que se debió detener la línea por dicha falla, quién repara la falla y los repuestos utilizados.

Ver Anexo N° 6: Planilla de Mantenimiento Correctivo

10. SEPARACIÓN EN ORÍGEN Y RECOLECCIÓN DIFERENCIADA

Si bien la separación en origen y la recolección diferenciadas son etapas previas y externas a lo que ocurre en la planta, es evidente que ambas inciden directamente en la eficiencia de recuperación de la planta, por lo que será de gran importancia promover el desarrollo de estas etapas en la gestión de residuos.

Como se puede observar en la figura Nro. 16 la separación en origen y la recolección diferenciada condicionan el tipo de RSU que se recibe, el cual puede ser: mezclado, diferenciado o una distinta variedad de combinaciones posibles, según día, estación, participación de grandes generadores, etc.

Es normal encontrar cargas de RSU con distinta calidad de preclasificación cuando un sistema de separación en origen fue implementado hace un tiempo relativamente corto. Si el sistema prospera es esperable que la calidad de preclasificación tienda a aumentar repercutiendo positivamente en la calidad y cantidad del residuo recuperado en la planta.

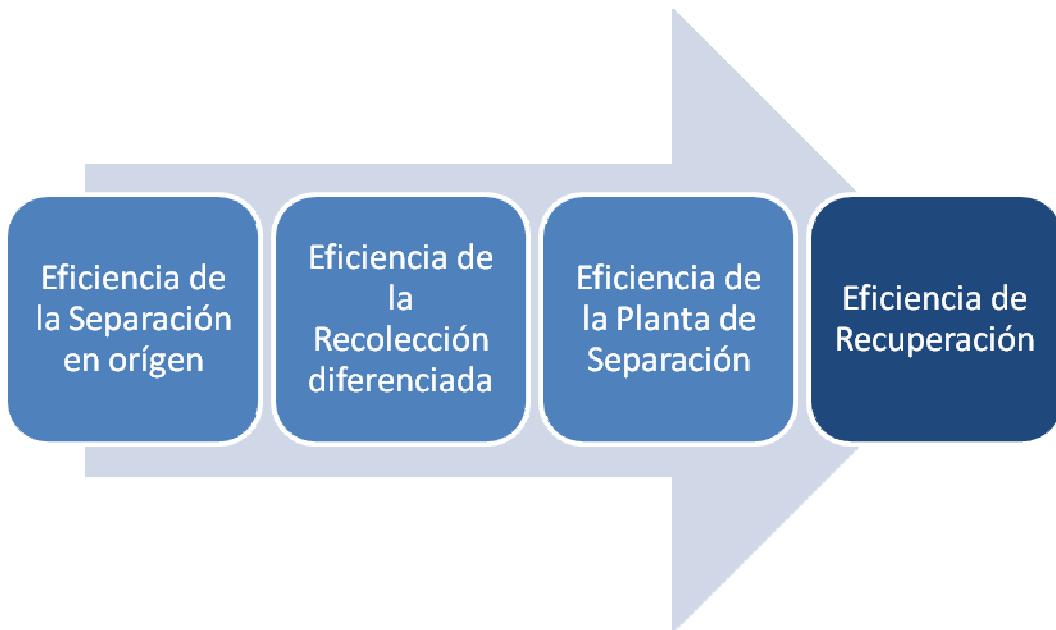


Figura 16: cadena de eficiencia en la recuperación.

10.1 Separación en Origen

Lograr buenos resultados en la separación en origen es muy complejo dado que implica un cambio de cultura en la población. Es normal el concepto de “basura” en base al cual luego de utilizar un producto, el mismo es colocado en una bolsa y depositado en la calle, punto a partir del cual el generador se desentiende de la gestión y pasa a ser responsabilidad de un tercero (municipio, prestador del servicio, recolector informal, etc.)

Para lograr el cambio de paradigma en la forma de concebir lo antes descrito es necesario involucrar a toda la población en la problemática de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y los costos asociados a esta.

En particular se deberá analizar cuál es el método de separación en origen más adecuado para la jurisdicción, la cantidad mínima de fracciones serán dos:

1. **Recuperable o seco:** papel, cartón, plástico, vidrio, metal (siempre limpio y seco).
2. **Orgánico o húmedo:** restos de comida, frutas-verduras, yerba y rechazos varios.

Normalmente cada fracción se dispone en una bolsa de color diferente o simplemente se disponen en días diferentes. De todos modos, el utilizar bolsas de diferentes colores facilita la tarea del operador de la planta de clasificación, puesto que automáticamente reconoce cual es la bolsa que contiene mayor potencial de recuperabilidad.

Otra posibilidad es realizar tres o más fracciones²³, por ejemplo:

1. **Recuperable o seco**: papel, cartón, plástico, vidrio, metal (siempre seco).
2. **Orgánico o húmedo**: restos de comida, frutas-verduras, yerba
3. **Rechazo**: pañales, jeringas, etc.

En este caso también se pueden utilizar bolsas de diferentes colores y normalmente, las bolsas de rechazo (que pueden contener agentes patógenos) generados a nivel domiciliario suelen ser de color rojo, indicando su alto grado de riesgo.

Lo recomendable sería comenzar con algún método similar a los expuestos con dos o tres fracciones, pero luego de que el sistema funcione correctamente, se pueden agregar más fracciones.

10.2 Recolección Diferenciada

La recolección diferenciada representa también un desafío importante para la gestión, dado que se debe modificar el sistema de recolección existente y adecuarlo al nuevo sistema diferenciado que se decida implementar.

En general la recolección puede ser realizada por el municipio o por un tercero, también puede existir una gestión mixta. Normalmente se toma una zona o un barrio para realizar una prueba piloto en el cual es normal ejecutar una serie de ajustes en función de los datos obtenidos²⁴. Posteriormente se procede a expandir el área incluida, tendiendo a abarcar en última instancia a todo el Municipio. No es necesario hacerlo de una sola vez, paradójicamente el avance planificado combinado la prueba y error, son prácticas que suelen contribuir mucho a implementar un sistema de separación/recolección exitoso y como todo proceso, debe perseguir una meta de mejora permanente. Si bien, probablemente nunca se alcance una separación perfecta entre recuperables y no recuperables, siempre se debe estar persiguiendo nuevas metas superadoras que demanden la continua mejora del sistema de gestión.

Por lo general en el país se realiza la recolección por lo menos 5-6 días de los 7 de la semana, lo que da cuenta de una recolección con frecuencia alta, y se encuentra muy por encima del promedio en la región. Paradójicamente el beneficiario del servicio de recolección no suele ser consciente de la calidad del servicio, lo que presenta una debilidad en el sistema de gestión de residuos, ya que a pesar que dicho costo se afronta con los impuestos, tasas, etc., no suele valorarse debido a lo poco oneroso que resultan para el beneficiario, lo que lo lleva a naturalizar una idea falsa de que el servicio es carente de costo.

²³ Aunque aumenta la eficiencia, no es lo más conveniente para las etapas iniciales del proceso de separación en origen.

²⁴ También es posible que la prueba arroje los resultados esperados en el primer intento. Esto dependerá de la calidad de la información y la planificación previa a la puesta en marcha.

Ejemplo de caso hipotético:

Como primera medida de cambio se puede dividir la recolección por días y por zonas, por ejemplo: dividiendo un municipio en 5-6 zonas según sean los días de trabajo de la planta, intentando que cada zona y día tenga un volumen de RSU homogéneo. De esta manera se puede esperar que: si el municipio realizaba la recolección 6 días, y la planta trabaja 6 días por semana, entonces se fracciona la ciudad en 6 zonas, en donde durante 5 días se recolectarán los residuos orgánicos-compostables-húmedos y 1 día los inorgánicos-recuperables-secos. De esta manera si en el municipio se realiza algún tratamiento a la fracción orgánica se recibirá todos los días dicha fracción. Mientras que por otro lado, la fracción recuperable será también recibida diariamente, un día procedente de cada zona.

En general los residuos orgánicos o húmedos son putrescibles, emanan olor y pueden ser ingeridos por animales, y dadas las altas temperaturas que se dan en algunas partes del país y Latinoamérica, su recolección debe ser regular y lo más frecuente posible.

Por el contrario los residuos inorgánicos, pueden ser almacenados por más tiempo sin descomponerse.

11. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

Para poder gestionar adecuadamente la totalidad de los procesos que se realizan en la planta será de gran importancia el adecuado registro de la información. Esto permitirá analizar datos históricos, evolución a lo largo del tiempo, seguimiento de indicadores para medir la gestión, evaluar el impacto de un cambio o mejora en el resto de los parámetros y por supuesto son una herramienta valiosa para la toma de decisiones.

11.1 Registro de la Información Interna

Para llevar un correcto registro de todos los procesos que suceden dentro del predio, de acuerdo con el "Diagrama de flujo", deberemos controlar y realizar un pesaje en varios puntos.

Ingreso al predio: control y registro de todos los vehículos que ingresen al predio, patente, conductor, hora ingreso/egreso. Para camiones con RSU, ídem anterior más pesaje al ingreso/egreso del predio.

Ingreso de RSU a planta: control y registro de todos los camiones que descarguen RSU en la planta: patente y hora (considerando que normalmente parte de camiones que ingresan al predio no descargan en la planta y pueden ir al relleno directo).

Recuperación Diaria: registro diario del material recuperado: peso, cantidad de fardos/bolsones/tachos.

Rechazo Diario: pesaje diario de la cantidad de rechazo enviado al sitio de disposición final.

Enviado a tratamiento orgánico: pesaje diario de la fracción orgánica enviada a tratamiento, como ser: compostaje, lombricultura. RSU orgánico/verde y poda.

Ausentismo/Presentismo: control y registro diario de la asistencia del personal.

Ventas: registro y control diario de los precios y cantidades comercializadas.

Stock: registro de las cantidades de material vendible o reutilizable que fue recuperado.

Mantenimiento: registro de las actividades de mantenimiento realizadas.

Seguridad: registro de todos los incidentes que ocurrieran.

11.2 Registro de Clientes y Proveedores

Además de registrar la información interna se debe registrar la información de las interacciones con los clientes a los que se les vende los materiales recuperados en la planta, como así también información sobre los proveedores sean estos de insumos, materiales, máquinas o servicios como ser desratización, desinsectación, y otros.

12. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS INTERNA

Es lógico que por tratarse de plantas de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, se realice una adecuada gestión de los residuos generados dentro de la misma. En la áreas de cocina, comedor y baños, deben separarse por lo menos en tres fracciones: orgánicos/compostables, inorgánicos/recuperables y rechazo.

ANEXOS

Anexo N° 1: Planilla Control de Ingreso al predio

Anexo N° 2: Planilla Descarga de RSU en planta

Anexo Nº 3: Planilla de Ventas

Anexo N° 4: Codificación

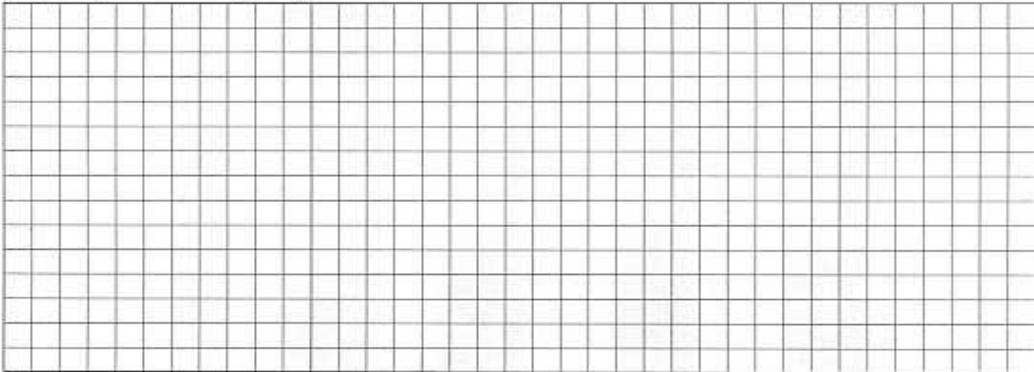
Códigos de Clientes							
Código del Cliente	Nombre de la Empresa	CUIT	Nombre del contacto	Teléfono de contacto	Correo de contacto	Fecha de inicio como cliente	Fecha de última venta
C001						16/06/13	18/12/13
C002							
C003							
C004							
C005							
C006							
C007							
C008							
C009							
C010							

Anexo Nº 5: Mantenimiento

Plan de Mantenimiento Preventivo					
Código del Equipo	Descripción	Marca	Mantenimiento	Frecuencia	Realiza
CITR01	Cinta transportadora principal	xxx	<p>Motor: comprobar ruidos, vibraciones y temperatura.</p> <p>Reductor: comprobar ruidos, vibraciones y temperatura. Comprobar nivel de aceite y llenar de ser necesario.</p> <p>Banda: comprobar desgaste y perforaciones. Comprobar tensión. Comprobar desviación. Comprobar estado de los baberos.</p> <p>Rodillos portantes y de reenvío: comprobar desgaste y que giren.</p> <p>Tambor motor y tensor: comprobar rosca y engrasar</p>	Diaria Mensual	Personal del sector Personal de mantenimiento

Planilla de Mantenimiento						
Tipo	Código del equipo	Falla	Tiempo de parada de linea	Reparo	Fecha	Repuesto
Preventivo	CITR01		0		16/12/2013	
Correctivo	CITR03		90			

Anexo Nº 7: Análisis Ergonómico del trabajo

ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL TRABAJO. Fecha _____ / _____ - analista. N° _____							
Puesto de trabajo _____	Departamento _____						
Tarea _____	Emplazamiento _____						
Máquinas, equipos,...							
Descripción de la tarea, fases de trabajo (1,2,3...) _____ _____ _____							
Dibujo del puesto de trabajo y fotografía 							
1. Puesto de trabajo 2. Actividad física general 3. Levantamientos (Cargas) 4. Posturas y movimientos 5. Riesgo de accidente 6. Contenido de trabajo 7. Autonomía del trabajador 8. Comunicación del trabajador 9. Toma de decisiones 10. Repetitividad del trabajo 11. Atención 12. Iluminación 13. Ambiente térmico 14. Ruido	Valoración del analista	Valoración del trabajador	Comentarios:				
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
	1	2	3	4	5	++ + - --	
Recomendaciones:							

13. FUENTES CONSULTADAS

- ENGIRSU: Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. Autor: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Septiembre 2005.
- Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales. En ciudades de América Latina y el Caribe.
- Diagnóstico de la Situación de los Residuos Sólidos en la Argentina. AIDIS ARGENTINA 2002.
- Reciclaje de Residuos Industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Xavier Elias (Editor).
- Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos. Organización Panamericana de la Salud. Febrero 1999.