



Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma Metropolitana
Azcapotzalco

**División de Ciencias
Básicas e Ingeniería**

*Desarrollo del Plan de Manejo de Residuos de Manejo
Especial generados en la fabricación de alambre en la
Industria Acerera*

Modalidad: Proyecto Tecnológico

Trimestre 14-0

Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Karla E. Neri Cepeda

208303496

Asesoras:

Mtra. Adriana de la Luz Cisneros Ramos
Titular A
Departamento de Energía
cral@correo.azc.uam.mx

Mtra. Griselda González Cardoso
Profesor Asociado D
Departamento de Energía
grgc@correo.azc.uam.mx

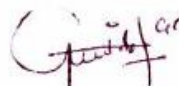
Diciembre 2014

DECLARATORIA

Nosotras, Mtra. Adriana de la Luz Cisneros Ramos y Mtra. Griselda González Cardoso, declaramos que aprobamos el contenido del presente Reporte de Proyecto de Integración y damos nuestra autorización para su publicación en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Mtra. Adriana de la Luz Cisneros Ramos



Mtra. Griselda González Cardoso

Yo, Karla Elillarette Neri Cepeda, doy mi autorización a la Coordinación de Servicios de Información de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, para publicar el presente documento en la Biblioteca Digital, así como en el Repositorio Institucional de UAM Azcapotzalco.



Karla Elillarette Neri Cepeda

Dedicatoria

A mi hija Daniela, por quien cada día tiene sentido, el testigo silencioso de mis luchas cotidianas en busca de un mejor futuro, quien ha sido mi fortaleza para realizarme como profesional, entregando mi esfuerzo y sacrificio a esta importante carrera.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi Mamá, por apoyarme en todo momento, por los valores que me ha inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Agradezco a mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad, por ayudar a la unión familiar, por ser parte importante de mi vida y por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

Gracias a la Maestra Adriana Cisneros y a la Maestra Griselda González por la confianza, el apoyo brindado, la paciencia, el tiempo dedicado y por haber compartido conmigo sus conocimientos.

A la Universidad Autónoma Metropolitana que me dio la oportunidad para realizar mis estudios de licenciatura y a sus catedráticos que me transmitieron sus conocimientos.

A la empresa y a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de este proyecto.

Resumen

El presente proyecto, propone el manejo integral para residuos de manejo especial generados en la industria acerera. Los residuos que son sometidos a este plan son la maraña (residuos de alambre), residuos orgánicos (jardinería y comedor), papel y cartón. Esto se determinó en base a un análisis en las cantidades generadas de cada residuo y a su valorización.

Durante dos semanas se observó a detalle cada proceso de la industria y de esta manera se identificó qué entra y qué sale (insumos y residuos). La información se complementó con datos proporcionados por el personal de la industria. La industria en cuestión, sólo trata de darle un buen manejo a la maraña, sin embargo, se pudo ver que es muy deficiente, ya que no existe una buena ejecución por parte de los trabajadores. La mayoría de las veces, se encuentran contenedores con residuos mezclados, ya sea urbanos, de manejo especial e incluso peligrosos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 se tomó como base para poder realizar dicho plan de manejo.

Para que las cantidades de residuos generadas disminuyan, es indispensable la aplicación de mejores prácticas (capacitación del personal) y en muchos casos la sustitución de maquinaria, debido a que provoca procesos deficientes y una mala calidad en el producto, lo que conlleva al rechazo del cliente.

ÍNDICE

| | |
|---|----------|
| Introducción | 1 |
| Industria Acerera | 3 |
| Antecedentes | 4 |
| Justificación | 6 |
| Objetivos..... | 6 |
| Objetivo General | 6 |
| Objetivos Particulares | 6 |
| Marco Teórico | 7 |
| Desarrollo del proyecto | 7 |
| 1. Identificación de las actividades que se llevan a cabo en la fabricación de alambre en una industria acerera. | 7 |
| 1.1. Decapado | 7 |
| 1.2. Trefilado (Planta 1) | 8 |
| 1.3. Patentado y Desbaste..... | 10 |
| 1.3.1. Galvanizado..... | 10 |
| 1.4. Trefilado (Planta 2) | 12 |
| 1.5. Torcido | 12 |
| 1.6. Relevado de esfuerzos | 13 |
| 1.7. Relevado de baja relajación | 14 |
| 1.8. Extrusión | 15 |
| 1.9. Embobinado..... | 17 |
| 1.10. Bronceado | 17 |
| 2. Identificación de la cantidad de residuos que genere la industria acerera. | 19 |
| 3. Selección de los residuos que estarán sujetos al plan. | 22 |
| 3.1 Diagnóstico del residuo. | 22 |
| 3.1.1 Estimación de la cantidad de residuos generados. | 22 |
| 3.1.2 Identificación de las fuentes potenciales de generación..... | 26 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1.3 | Principales materiales que componen el residuo. | 27 |
| 3.1.3.1 | Maraña (chatarra) | 27 |
| 3.1.3.2 | Residuos orgánicos (de jardinería y del comedor) | 28 |
| 3.1.3.3 | Papel y cartón | 28 |
| 3.2 | Manejo actual del residuo. | 29 |
| 3.2.1 | Maraña | 29 |
| 3.2.2 | Residuos orgánicos..... | 30 |
| 3.2.3 | Papel y cartón..... | 30 |
| 3.3 | Problemática ambiental, asociada al manejo del residuo..... | 31 |
| 3.3.1 | Maraña | 31 |
| 3.3.2 | Residuos orgánicos..... | 32 |
| 3.3.3 | Papel y cartón..... | 34 |
| 3.4 | Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas. | 36 |
| 3.4.1 | Maraña (acero y aluminio)..... | 36 |
| 3.4.2 | Residuos orgánicos..... | 38 |
| 3.4.3 | Papel y cartón | 38 |

Resultados39

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4. | Formas de manejo integral propuestas para el residuo..... | 39 |
| 4.1 | Maraña | 39 |
| 4.1.1 | <i>Manejo interno</i> | 39 |
| 4.1.1.1 | Generación | 39 |
| 4.1.1.2 | Transporte | 40 |
| 4.1.1.3 | Almacenamiento temporal..... | 41 |
| 4.1.2 | <i>Manejo externo</i> | 42 |
| 4.1.2.1 | Transporte | 42 |
| 4.1.2.2 | Disposición final..... | 42 |
| 4.2 | Residuos orgánicos | 43 |
| 4.2.1 | <i>Manejo interno</i> | 43 |
| 4.2.1.1 | Generación | 43 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.2.1.2 | Transporte | 44 |
| 4.2.1.3 | Almacenamiento temporal..... | 44 |
| 4.2.1.4 | Disposición final | 45 |
| 4.1 | Papel y cartón | 47 |
| 4.1.1 | <i>Manejo interno</i> | 47 |
| 4.1.1.1 | Generación | 47 |
| 4.1.1.2 | Transporte | 47 |
| 4.1.1.3 | Almacenamiento temporal..... | 48 |
| 4.3.1 | Manejo externo..... | 48 |
| 4.3.1.1 | Transporte | 48 |
| 4.3.1.2 | Disposición final | 49 |
| 5. | Metas de cobertura del plan y de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del mismo..... | 50 |
| 6. | Descripción del destino final del residuo sea nacional o internacional..... | 50 |
| 6.1 | Maraña | 50 |
| 6.2 | Papel y cartón | 52 |
| 7. | Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan. | 54 |
| 7.1. | Control y operación | 54 |
| 7.1.1. | Interno..... | 54 |
| 7.1.2. | Externo | 56 |
| 7.2. | Monitoreo..... | 56 |
| 8. | Identificación de la infraestructura interna y externa que tendría que tener la industria acerera. | 57 |
| 9. | Descripción de las estrategias de prevención y minimización | 57 |
| 9.1. | Sustitución de materias primas. | 57 |
| 9.2. | Cambio de tecnología. | 58 |
| 9.3. | Aplicación de mejores prácticas..... | 58 |
| | Conclusiones..... | 59 |
| | Recomendaciones | 59 |
| | Referencias bibliográficas | 60 |

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

| | |
|---|----|
| Diagrama 1: Insumos y residuos en el proceso de decapado..... | 8 |
| Diagrama 2: Insumos y residuos en el proceso de trefilado (planta 1)..... | 9 |
| Diagrama3. Insumos y residuos en el proceso de patentado y desbaste. | 11 |
| Diagrama4. Insumos y residuos en el proceso de trefilado (planta 2)..... | 12 |
| Diagrama5. Insumos y residuos en el proceso de torcido. | 13 |
| Diagrama 6. Insumos y residuos en el proceso de relevado de esfuerzos. | 14 |
| Diagrama7: Insumos y residuos en el proceso de relevado de baja relajación..... | 15 |
| Diagrama8: Insumos y residuos en el proceso de extrusión. | 16 |
| Diagrama9. Insumos y residuos en el proceso de embobinado..... | 17 |
| Diagrama10. Insumos y residuos en el proceso de bronceado..... | 18 |
| Diagrama 11: Manejo integral propuesto para la maraña. | 43 |
| Diagrama 12. Manejo integral propuesto para los residuos orgánicos | 46 |
| Diagrama 13: Manejo integral propuesto para el papel y cartón..... | 49 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Cantidad mensual de residuos generados en el área de trefilado (planta 1)..... | 19 |
| Tabla 2: Cantidad mensual de residuos generados en el área de trefilado (planta 2)..... | 19 |
| Tabla 3: Cantidad mensual de residuos generados en el área de relevado de esfuerzos. | 19 |
| Tabla 4: Cantidad mensual de residuos generados en el área de extrusión..... | 20 |
| Tabla 5: Cantidad mensual de residuos generados en el área de relevado de baja relajación. ... | 20 |
| Tabla 6: Cantidad mensual de residuos generados en el área de patentado y desbaste. | 20 |
| Tabla 7: Cantidad mensual de residuos generados en el área de decapado. | 21 |
| Tabla 8: Cantidad mensual de residuos generados en el área de bronceado. | 21 |
| Tabla 9: Cantidad mensual de residuos generados en el área de embobinado. | 21 |
| Tabla 10: Cantidad mensual de residuos generados en el área de torcido. | 22 |
| Tabla 11: Cantidad de residuo generada mensualmente, considerando residuos reutilizados en la industria acerera. | 22 |
| Tabla 12: Cantidad de residuo generada mensualmente, sin considerar los residuos reutilizados en la industria acerera..... | 24 |
| Tabla 13: Fuentes potenciales de generación de residuos. | 26 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Generación de residuos mensualmente en Kg..... | 25 |
| Gráfico 2. Peso de cada residuo en porcentaje. | 26 |

Introducción

Un residuo es un material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y demás ordenamientos que de ella deriven.

La LGPGIR clasifica a los residuos en tres grupos y establece competencias para los tres órdenes de gobierno, es decir establece a quién le toca atender los distintos tipos de residuos (SEMARNAT, 2013a).

- Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), son los generados en las casas, como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas; son también los que provienen de establecimientos o la vía pública, o los que resultan de la limpieza de las vías o lugares públicos y que tienen características como los domiciliarios.
- Los Residuos de Manejo Especial (RME), son los generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos ni como RSU. También son los producidos por grandes generadores (producen más de 10 toneladas al año) de RSU.
- Los Residuos Peligrosos (RP), son aquellos que poseen algunas de las características identificadas como de peligrosidad y que son: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos. También son parte de los RP los envases, recipientes o suelos que hayan sido contaminados.

México al igual que muchos países del mundo enfrentan grandes retos en el manejo integral de sus residuos ya sean urbanos, de manejo especial o peligrosos. Esto, debido al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país, las costumbres de la población, el aumento de los niveles de bienestar, así como la tendencia de ciertos sectores de la población a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos (INECC, 2007a).

Un plan de manejo de residuos es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológicos, económicos y sociales, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno (SEMARNAT, 2013a).

Los objetivos de los planes de manejo, establecidos en el artículo 27 de la LGPGIR, son los siguientes:

- Promover la prevención de la generación y la gestión integral de los residuos, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, facilite y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, los procedimientos para su manejo.
- Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyen.
- Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares.
- Establecer esquemas de manejo en los que aplique la corresponsabilidad de los distintos sectores involucrados.
- Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo de los residuos ambientalmente adecuado, económicamente factible y socialmente aceptable.

A nivel federal, las leyes marco para los residuos de manejo especial son la Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la LGPGIR. Durante el periodo 2006-2012 se aprobó por el grupo técnico correspondiente la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Una de las principales contribuciones que se persigue con la presente norma es el de controlar y reducir significativamente cada una de las problemáticas referente a la generación de residuos, mediante la elaboración, desarrollo y aplicación de los Planes de Manejo para los Residuos de Manejo Especial (SEMARNAT, 2013b).

Industria Acerera

La fabricación de acero implica una serie de procesos complejos, mediante los cuales, el mineral de hierro se extrae para producir productos de acero, empleando coque y piedra caliza.

El acero, fundido, afinado y colado no tiene la forma física ni las características tecnológicas necesarias para satisfacer las especificaciones correspondientes a cada tipo de acero. Con objeto de obtener las formas, dimensiones y propiedades que necesita, el acero se somete a procesos de conformación y/o acabado. Estos procesos se realizan a partir del producto sólido bruto y se pueden clasificar en los siguientes:

- Procesos de conformación: laminación y forja.
- Procesos de acabado: deformación en frío (laminación, trefilado, etc.), recubrimientos y soldadura.
- Procesos modificadores de las propiedades del acero: tratamientos térmicos y tratamientos termomecánicos.

La cascarilla de laminación es uno de los residuos que se generan en la industria acerera, en ella están presentes, además del hierro en forma elemental, tres tipos de óxidos de hierro: wustita (FeO), hematita (Fe_2O_3) y magnetita (Fe_3O_4). La composición química de la cascarilla varía en función del tipo de acero a producir y del proceso empleado. El contenido de hierro es normalmente de un 70% y contiene trazas de metales no férricos y compuestos alcalinos. La cascarilla está contaminada con restos de lubricantes, otros aceites y grasas procedentes de derrames de los equipos asociados a las operaciones de laminación.

Por cada tonelada de acero obtenida se generan 240 Kg de escorias, 26 Kg de lodos de neutralización y 2,5 Kg de cascarillas de laminación.

Es posible reutilizar la mayoría de los residuos sólidos producidos en la fabricación de acero. El acero, con independencia de su calidad, tamaño, uso o permanencia en servicio, es completamente reciclable y puede serlo repetidamente sin que se degraden en modo alguno sus propiedades mecánicas, físicas o metalúrgicas. Se calcula que el porcentaje de reciclaje es del 90 % (Martínez, 2003).

Antecedentes

En el pasado los residuos eran únicamente de origen natural u orgánico. No estaban necesariamente concentrados, por tanto eran metabolizados por organismos y regresaban a los ciclos naturales como nutrientes o insumos. Sólo se trataban estos residuos cuando las cantidades eran tan grandes que el espacio para alojarlos no era suficiente. La preocupación sobre las disposición de residuos se enfocaba más en el dónde, y no tanto en el cómo.

La necesidad de una disposición de los residuos fue inevitable y se volvió una función del gobierno local. El gobierno no tenía más opción que designar encargados que los depositaran en algún sitio apartado. La prioridad para esta actividad era llevarla a cabo con el menor costo posible pues este material era ya inútil. Fue entonces hasta el siglo XIX que empezó la recolección sistemática y la disposición de residuos por personas especializadas en las ciudades grandes (INECC, n.d.).

El creciente volumen de residuos sólidos generados, la dificultad para su recolección, el agotamiento rápido de la vida de los rellenos sanitarios y el desperdicio de materiales dotados de valor, han hecho necesario el establecimiento de mecanismos para fomentar el reciclaje y compartir la responsabilidad del manejo de los residuos entre los sectores involucrados directa o indirectamente en su generación (INECC, 2007).

Se estima que en México, entre 45 y 75 por ciento de los materiales que van a parar a tiraderos a cielo abierto o a rellenos sanitarios es recuperable. Este dato, indica que se está desaprovechando una oportunidad de creación de negocios y empleos a partir de la valorización de los materiales que actualmente se desechan.

Junto a los residuos sólidos municipales se generan grandes volúmenes de residuos en las industrias. Este tipo de desechos industriales suelen mezclarse con los residuos municipales, sin que las industrias que los generan asuman los costos reales que implica su manejo y sin que tengan ningún incentivo para minimizar su generación (INECC, n.d.).

En el 2003, la Asociación para Promover el Reciclado del Polietileno Tereftalato (APREPET), la Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas (ANPRAC) y Ecología y Compromiso Empresarial (ECOCE) elaboraron el primer plan de manejo para residuos de Polietileno Tereftalato (PET) en México, y sirven como referencia en la revisión de la legislación sobre residuos, actualmente vigente (SEMARNAT, 2009).

En octubre del 2006, el Instituto Nacional de Ecología (INE) elaboró a petición de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el primer **Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos** (DBGIR), a partir de información existente y disponible, en la que se destaca la aportada por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), principalmente en lo relativo a residuos sólidos urbanos, obtenida mediante la aplicación de cuestionarios, realización de visitas de campo y estudios realizados en el curso de la ejecución de sus proyectos de creación de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos.

En lo que respecta al diagnóstico de la situación de los residuos de manejo especial (RME), la información disponible fue muy limitada y heterogénea, salvo por algunos estudios realizados sobre algunas corrientes específicas, tales como los residuos electrónicos, pilas y baterías, residuos de la construcción el cual fue un estudio de caso del Distrito Federal y el Estado de México, neumáticos usados caso de estudio en la zona fronteriza, residuos de la minería y de actividades petroleras, por mencionar algunos. Aunado a ello, se hicieron estimaciones de la generación de RME en los servicios de salud y transporte, así como la generación de lodos originados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

En particular, la gestión de los residuos de manejo especial es la que presenta mayor rezago en la integridad de las acciones realizadas, a pesar de que un gran número de empresas y organizaciones han dedicado esfuerzos importantes para fomentar el reciclaje, reuso o reincorporación de este tipo de residuos a las cadenas productivas (INECC, 2012).

Justificación

Ante la amenaza que representa la generación y disposición inadecuada de un volumen cada vez mayor de residuos, tenemos la obligación de revisar las políticas y la legislación en la materia, buscando afinar los instrumentos de gestión y manejo de residuos.

Los grandes generadores de residuos están obligados a formular y presentar planes de manejo para éstos (INECC, n.d.).

Se pretende que el plan de manejo propuesto incluya medidas viables desde los puntos de vista económico, técnico y ambiental, las cuales ayudarán a la disminución de los RME generados en la fabricación de alambre en la industria acerera, en particular, su valor será aprovechado e incluso podrán ser reutilizados en el proceso, lo que beneficiará a la empresa reduciendo costos de manejo de los mismos. Además de que las industrias asumirán su responsabilidad al generarlos.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar el plan de manejo Integral de los residuos de manejo especial que se generan en la fabricación de alambre de diferentes diámetros en una industria acerera.

Objetivos Particulares

- i. Elaborar un diagnóstico de los residuos que se generan en las actividades del proceso de fabricación de alambre en una industria acerera.
- ii. Definir en base a la generación y valorización, los residuos que se van a someter al plan de manejo.
- iii. Proponer el manejo integral para cada uno de los residuos seleccionados.

Marco Teórico

El presente plan de manejo se realizó bajo la metodología establecida en la NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Desarrollo del proyecto

1. Identificación de las actividades que se llevan a cabo en la fabricación de alambre en una industria acerera.

Durante dos semanas se realizó un recorrido por cada área de la industria acerera que fabrica alambre de diferentes diámetros, esto, con el fin de identificar los procesos que se llevan a cabo, las materias primas que se utilizan en su forma de recepción y los residuos generados.

De acuerdo con la información obtenida, los cables de acero se elaboran a partir de alambrón o alambre de distintos grados de acero, los cuales pueden tener un acabado negro o galvanizado. El proceso de producción de los cables de acero, en general consta de distintas etapas que se describen a continuación:

1.1. Decapado

En este proceso el alambre es sumergido durante un cierto tiempo en un baño de ácido, de modo que se desprenda la corteza de óxido de la superficie del alambre (Mateus, 2006), generada por los procesos de fabricación, por el ambiente o por tratamientos térmicos. (Loza, n.d.).

El tipo de decapado que se lleva a cabo es el químico, mediante la aplicación de soluciones químicas como ácido clorhídrico, nitrito de sodio, fosfato de zinc, entre otros. La mayoría de las veces se refiere al uso del ácido sulfúrico o clorhídrico para quitar las escamas formadas en las aleaciones blandas y bajas de acero durante las operaciones de formación en caliente (Ferrer, 2006).

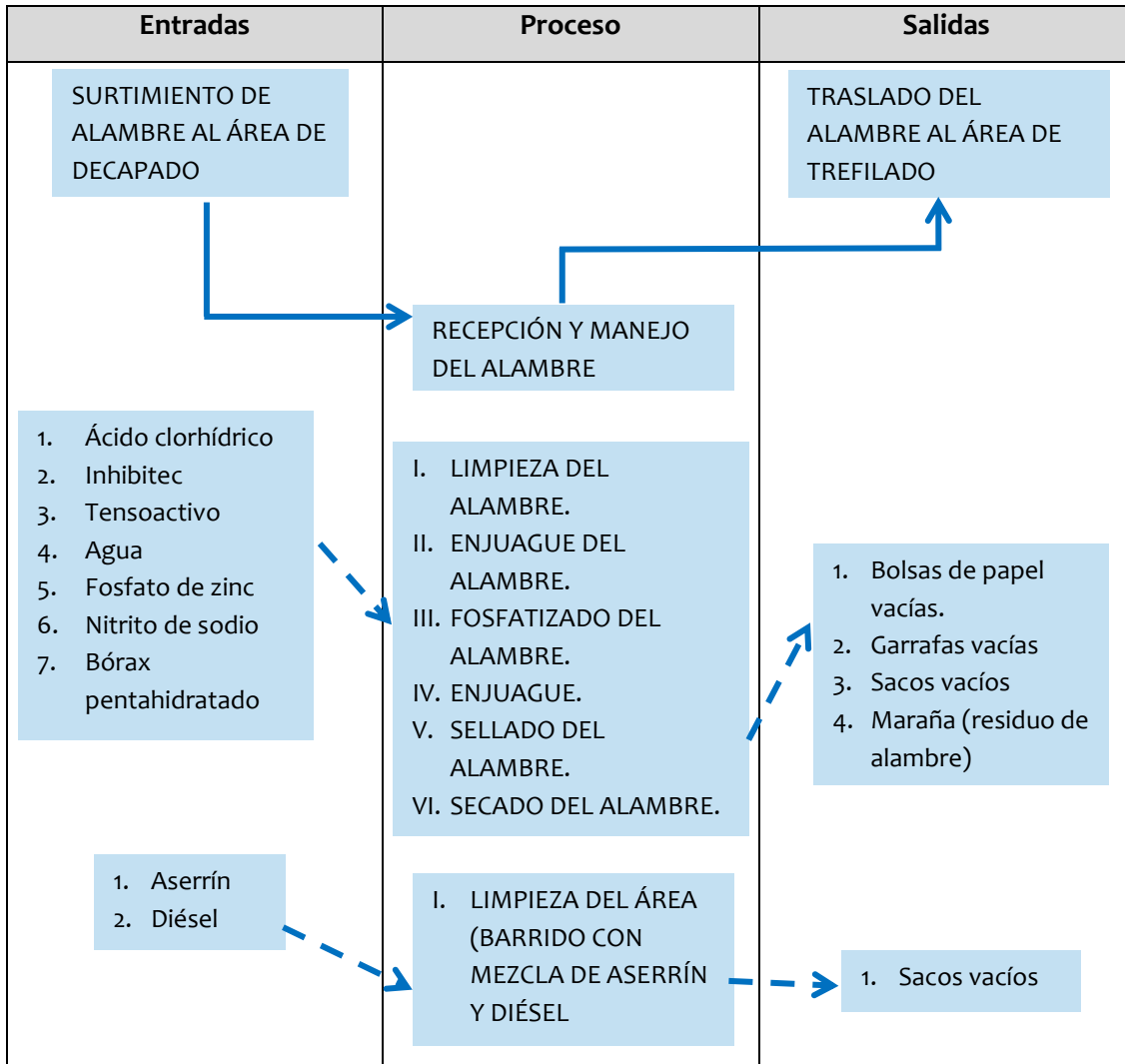


Diagrama 1: Insumos y residuos en el proceso de decapado.

1.2. Trefilado (Planta 1)

El alambre se estira mediante varios pasos o varias reducciones controladas. Se trefila para dar un diámetro menor y cumplir con las características de diámetro requeridas. Se realiza por medio de una hilera o dado, el ángulo de esta hilera y el tipo de lubricación son importantes en el procedimiento. Una serie de trefiladoras son necesarias para la deformación y el alargamiento del alambre. La lubricación y enfriamiento son necesarios para la buena marcha técnica del proceso (Mateus, 2006). En este proceso, se utiliza un lubricante (jabón cálcico en polvo) para evitar el daño de alambre. El objetivo principal de este proceso es obtener un producto final que tenga las siguientes características (Loza, n.d.):

- a) Propiedades mecánicas (resistencia a la tensión, torsiones, dobleces, etc.)
- b) Tratamiento térmico (patentado en plomo, normalizado y recocido).
- c) Composición química.
- d) Dimensiones geométricas (diámetro y sus tolerancias).
- e) Acabado superficial (Galvanizado, tropicalizado, fosfatizado, etc.)

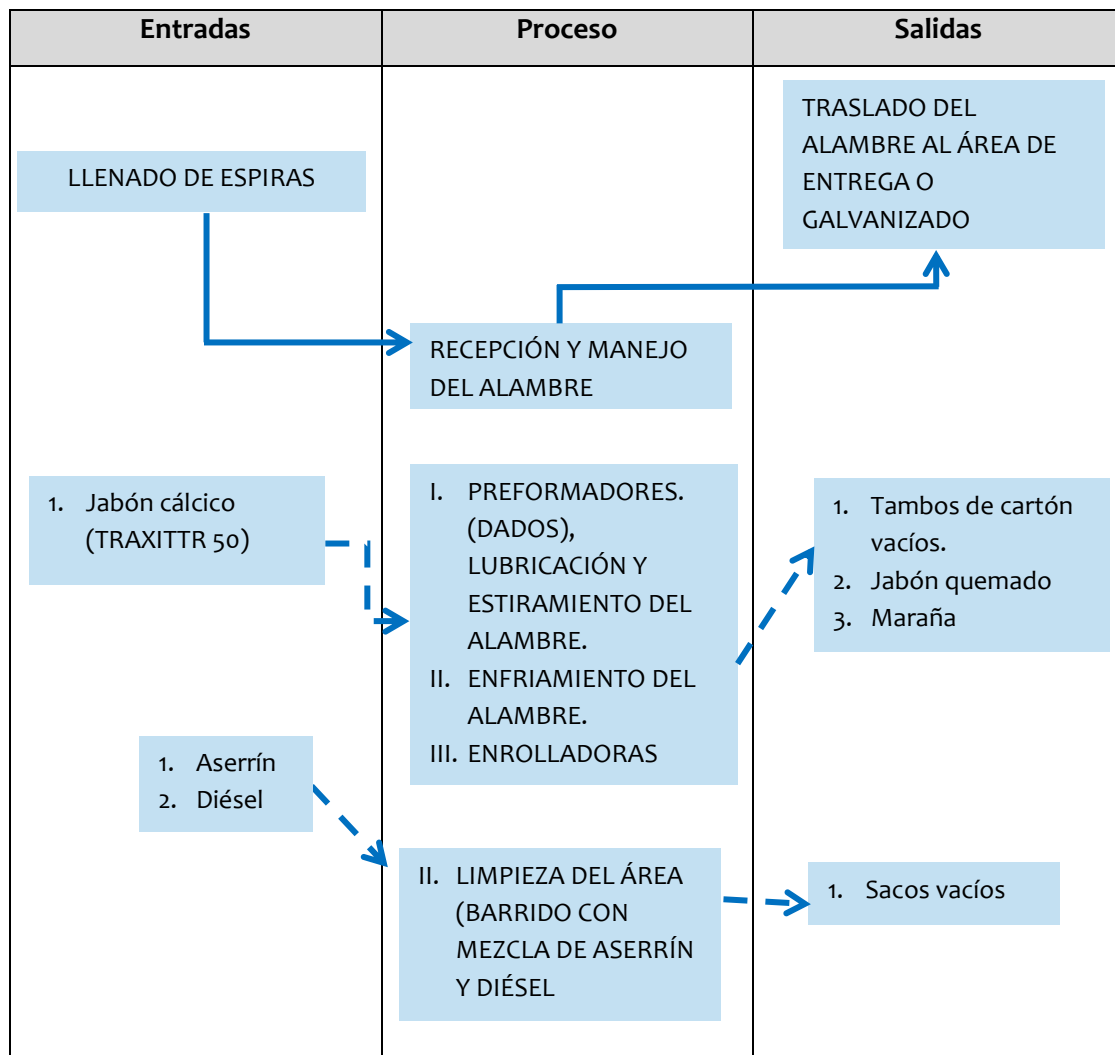


Diagrama 2: Insumos y residuos en el proceso de trefilado (planta 1).

1.3. Patentado y Desbaste

Es un tratamiento térmico que ayuda a regenerar la microestructura del alambre para continuar su trefilado a diámetros más delgados sin que pierda sus propiedades mecánicas ni ductilidad. En este proceso se incluye el galvanizado del alambre.

1.3.1. Galvanizado

Consiste en recubrir el alambre para protegerlo del intemperismo, según el requerimiento del alambre en específico. El recubrimiento puede variar su espesor, es decir, puede tener capas delgadas o capas gruesas. Consiste en una inmersión en caliente del alambre en un baño de zinc, posteriormente, se hace un proceso de "escurrido" mediante el cual se controla la cantidad de zinc que lleva el alambre, posteriormente se enfría para después ser "recogido" en la presentación que se requiera, ya sea portarrollos o carrete.

En el área de desbaste, el alambre se pule (se limpia superficialmente), para la entrega final (SE, 2014).

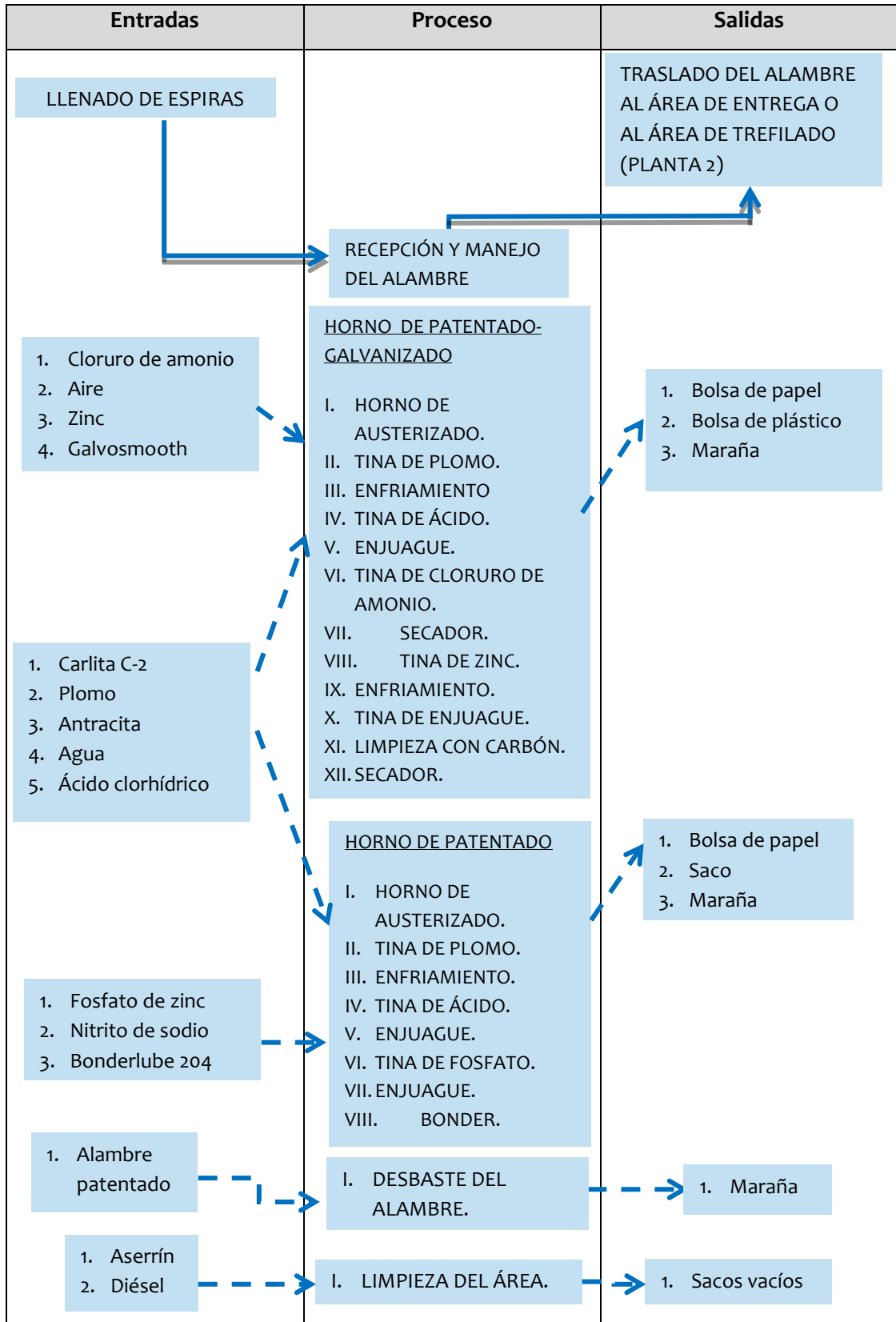


Diagrama3. Insumos y residuos en el proceso de patentado y desbaste.

1.4. Trefilado (Planta 2)

El segundo trefilado o "retrefilado", consiste en tomar un alambre que ya fue patentado (que ya se le regeneró la microestructura), y estirarlo nuevamente pasando por varias reducciones, hasta que llegue al diámetro final con las características mecánicas y dimensionales requeridas para el alambre (SE, 2014).

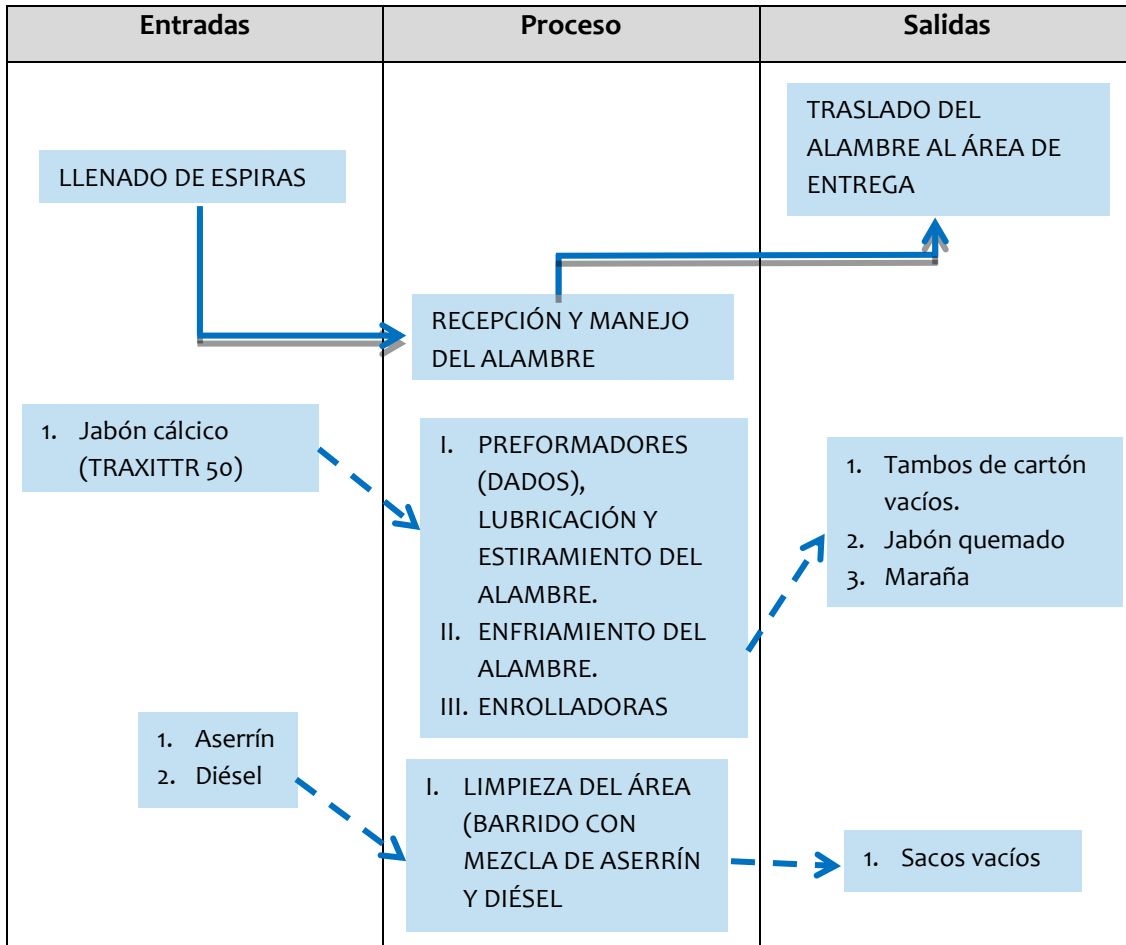


Diagrama4. Insumos y residuos en el proceso de trefilado (planta 2).

1.5. Torcido

Los alambres, distribuidos según su construcción, son torcidos longitudinalmente de manera helicoidal sobre uno central en una o varias capas, una vez torcidos, a estos alambres en conjunto se le llama torón, en este proceso puede aplicarse el lubricante correspondiente requerido por el cliente (SE, 2014).

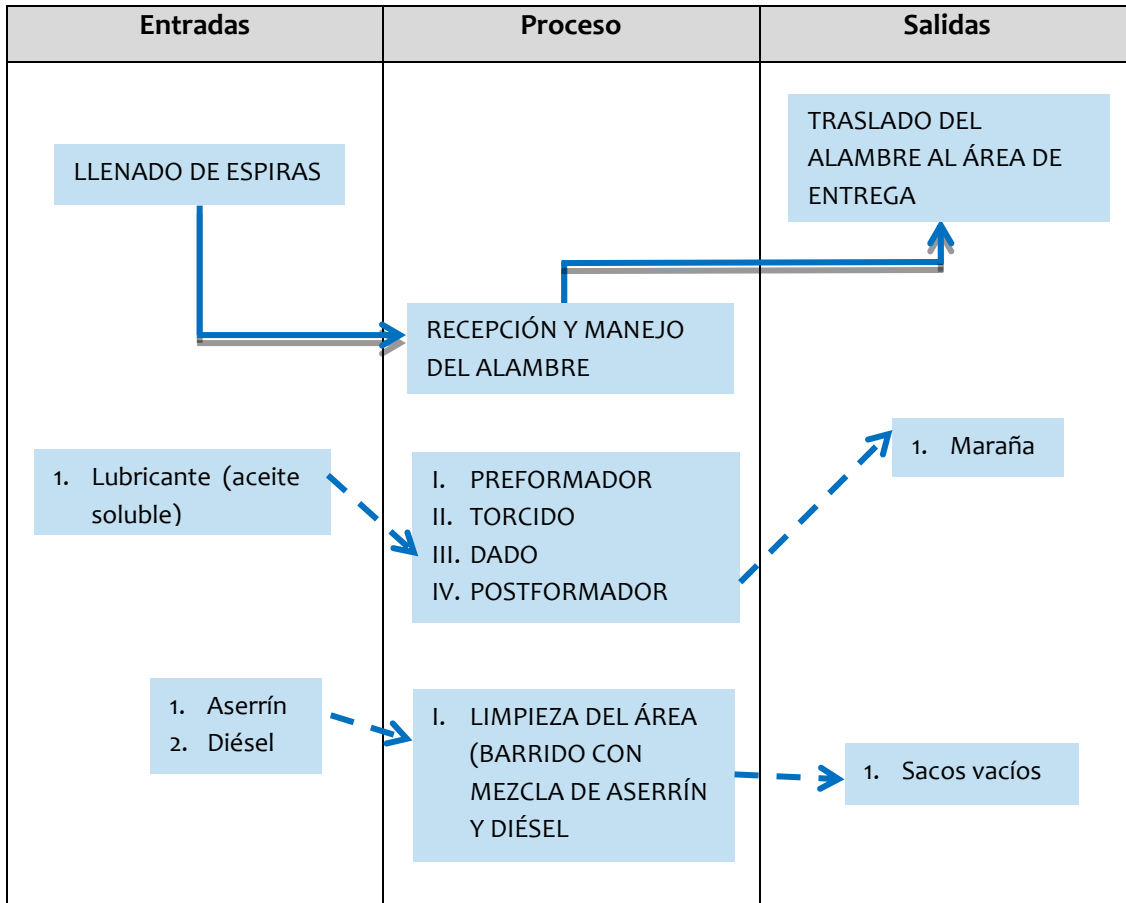


Diagrama5. Insumos y residuos en el proceso de torcido.

1.6. Relevado de esfuerzos

Es un proceso de calentamiento (a una temperatura adecuada manteniéndola el tiempo necesario para reducir las tensiones residuales), permanencia y enfriamiento (lo suficientemente lento para minimizar el desarrollo de nuevas tensiones residuales) controlado de metales, para suavizar el material, liberar los esfuerzos residuales generados por procesos de manufactura tales como maquinados profundos, forja o soldadura, y/o modificar propiedades mecánicas y eléctricas (CYRCE, n.d.).

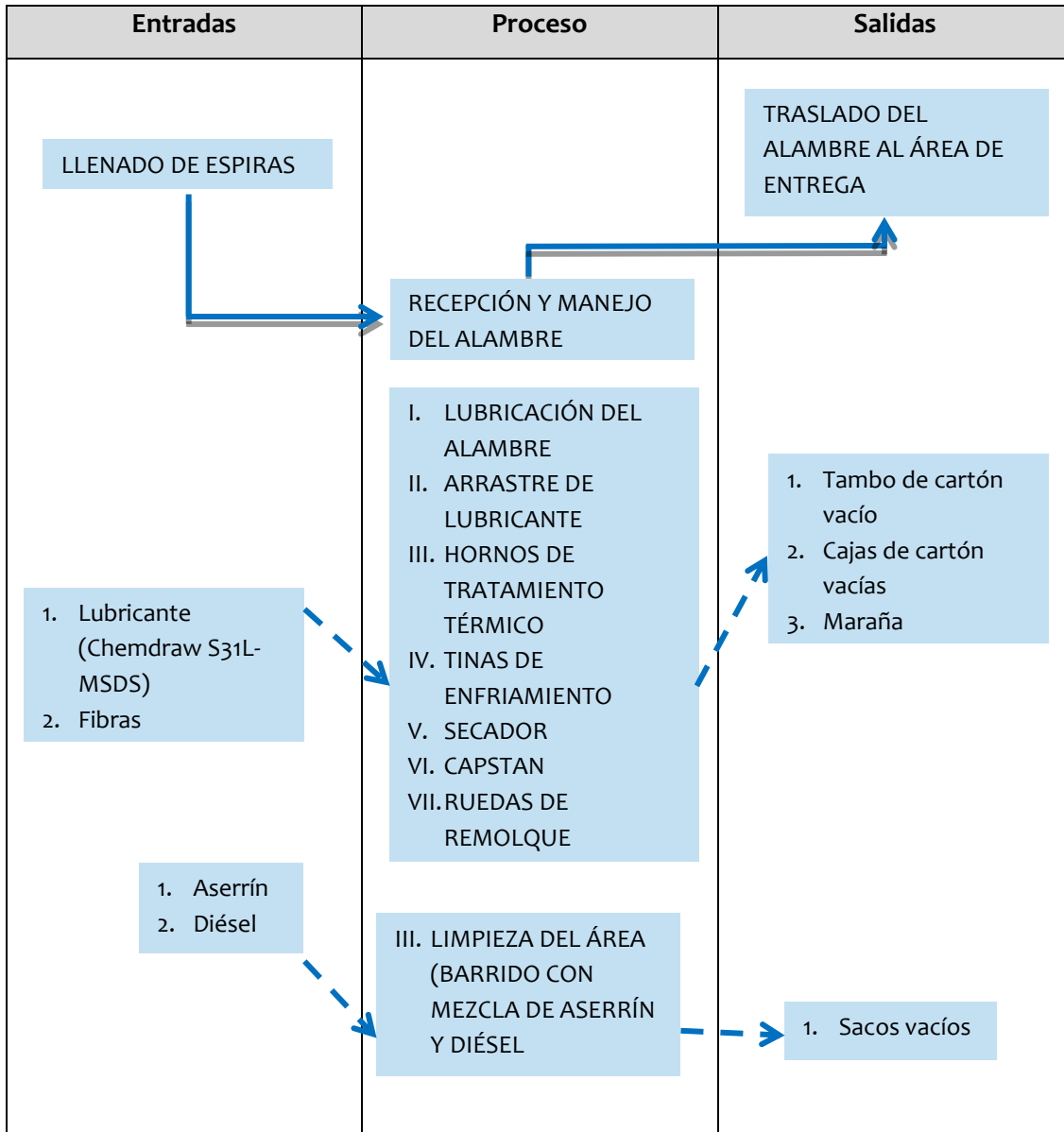


Diagrama 6. Insumos y residuos en el proceso de relevado de esfuerzos.

1.7. Relevado de baja relajación

Este sistema consiste en someter al acero a 400°C simultáneamente a un esfuerzo de tracción que origine en el material una deformación plástica del orden del 1% y minimiza las pérdidas de presfuerzo a través del tiempo (Pérez, n.d.).

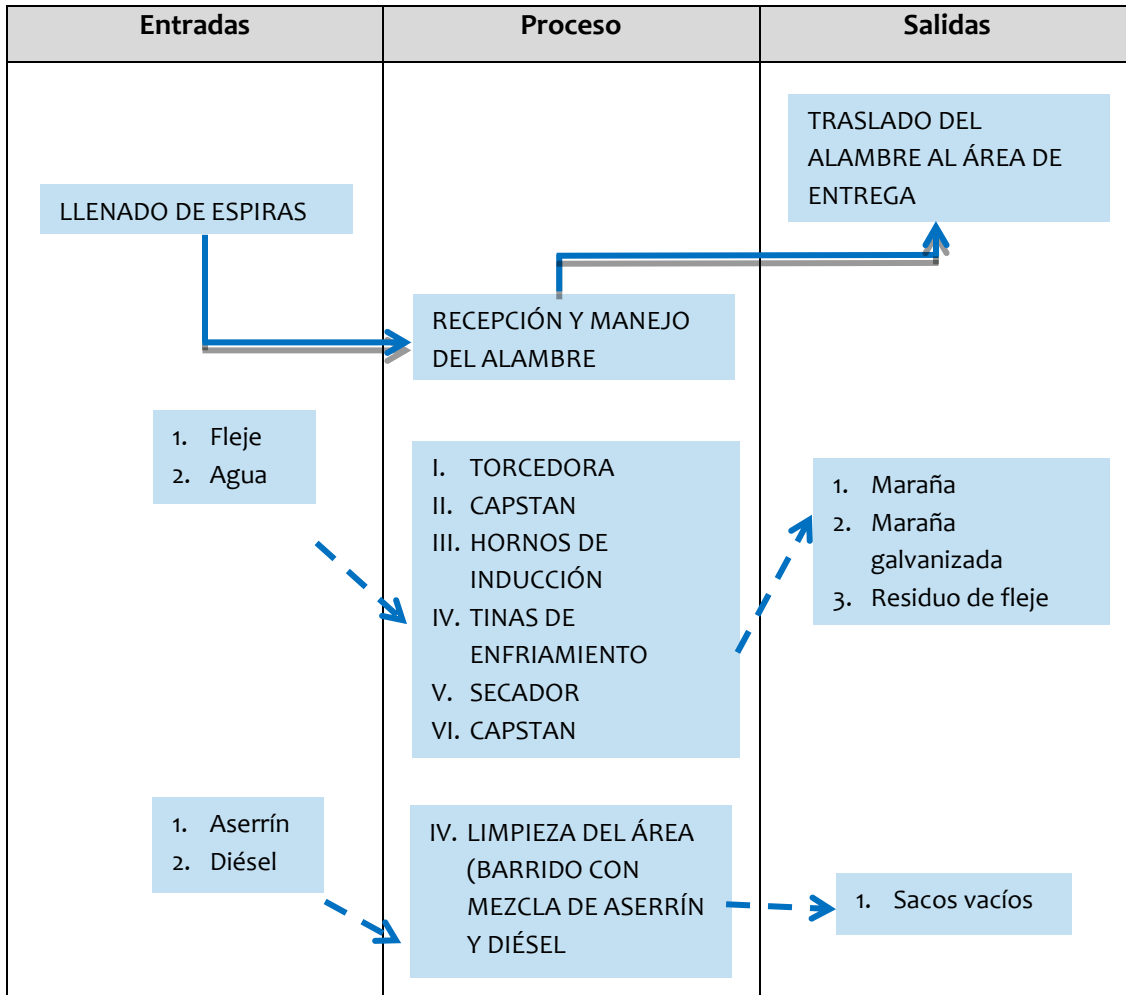


Diagrama7: Insumos y residuos en el proceso de relevado de baja relajación.

1.8. Extrusión

En este proceso se utiliza una boquilla perpendicular al cilindro de extrusión. El polímero fundido, después de haber atravesado el plato rompedor y el paquete de mallas, recubre la guía que suministra el cable y sale a través del orificio de la boquilla recubriendo el cable.

El cable desnudo procedente de una bobina se calienta antes de entrar en la boquilla para eliminar humedad y lubricantes que puedan perjudicar la adhesión al recubrimiento. Además, el polímero se adhiere mejor al cable caliente.

El cable recubierto que sale de la boquilla pasa a través de un canal de enfriamiento por agua sin tocar ninguna pieza fija para evita que el recubrimiento se dañe.

A continuación se intercalan dispositivos que permitan comprobar la integridad del recubrimiento y controlar los diámetros.

El cable se recoge finalmente en una bobina después de pasar por un regulador de tensión.

La etapa de enfriamiento es crítica ya que la presencia de burbujas rompe el aislamiento. El enfriamiento debe de ser gradual, particularmente cuando se trata de recubrimientos gruesos. Para conseguirlo se pueden utilizar varios baños de agua a diferentes temperaturas (Artiaga et al, n.d.).

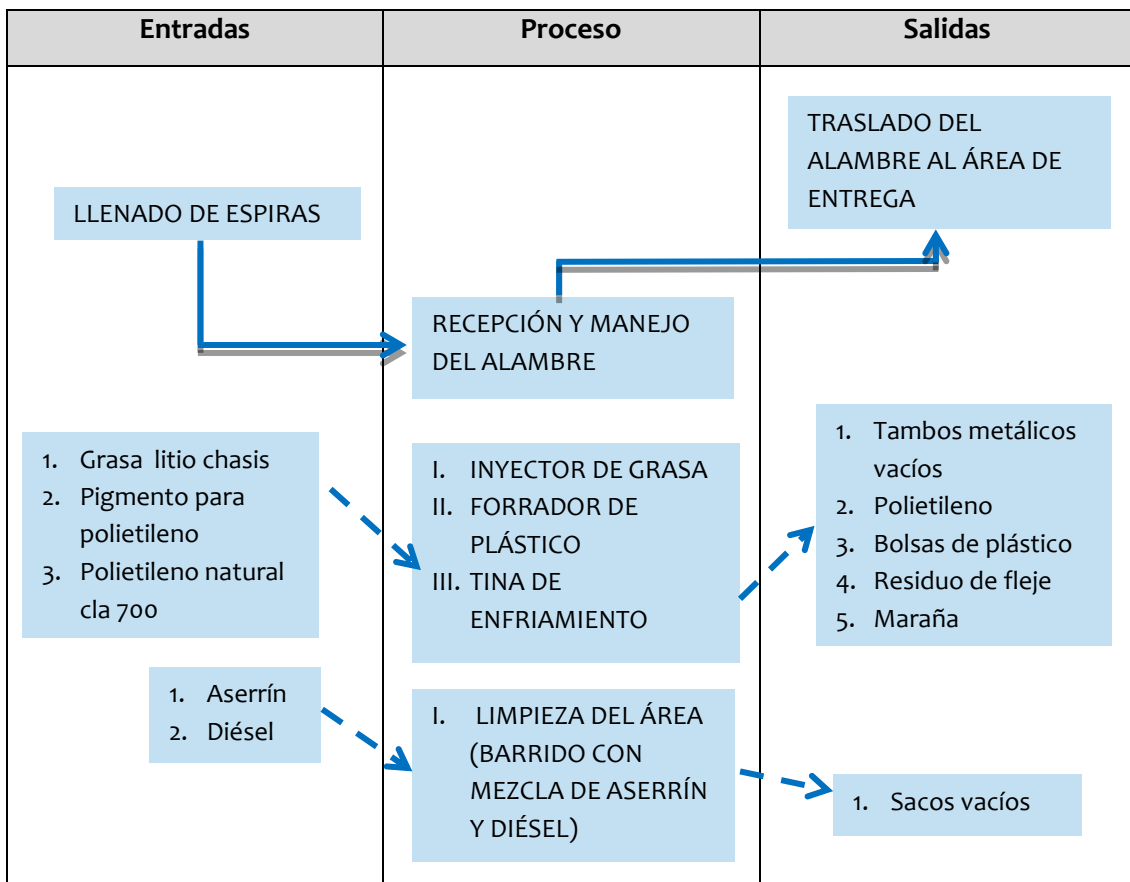


Diagrama8: Insumos y residuos en el proceso de extrusión.

1.9. Embobinado

En este proceso, el alambre de presfuerzo es embobinado (enrollado) en rollos de diferentes diámetros y en varias presentaciones, es decir, el alambre se pasa de carretes grandes a más pequeños, dependiendo de lo solicitado por el cliente (Anónimo, n.d.).

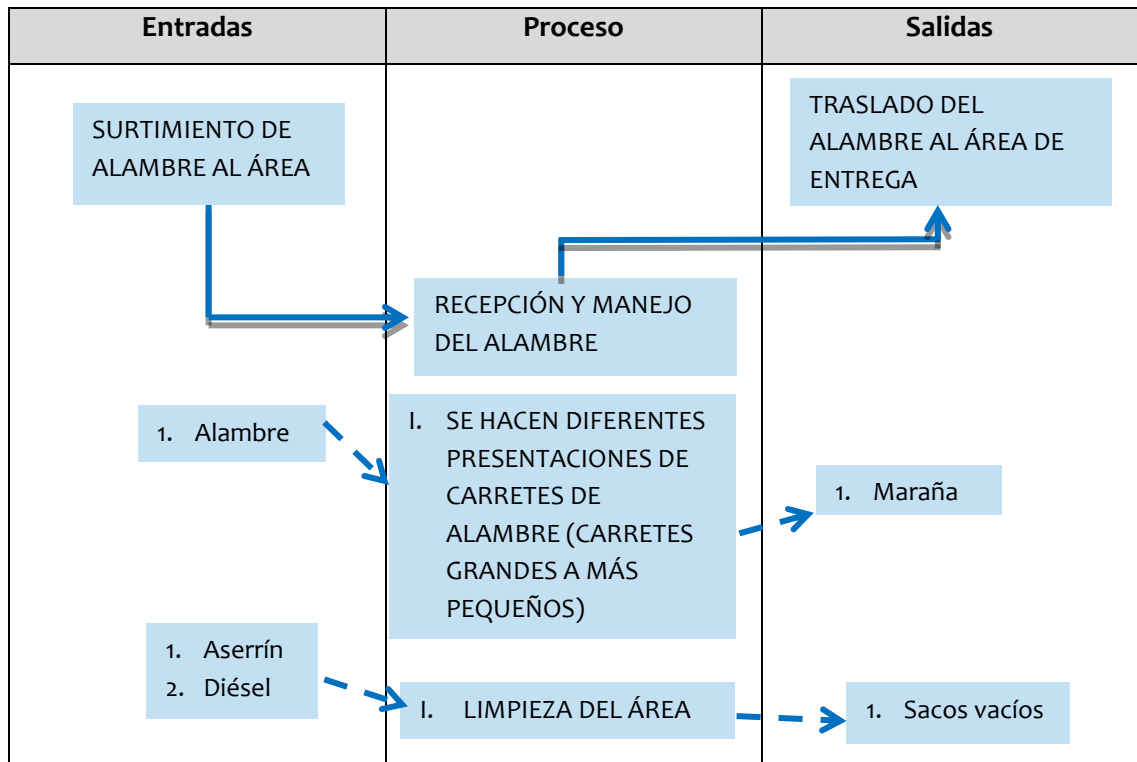


Diagrama9. Insumos y residuos en el proceso de embobinado.

1.10. Bronceado

En este proceso, el alambre se somete a una serie de pasos en donde se recubre (solución de bronce), lo cual sirve para protegerlo de la corrosión y mejorar su aspecto (Vera, 2013).

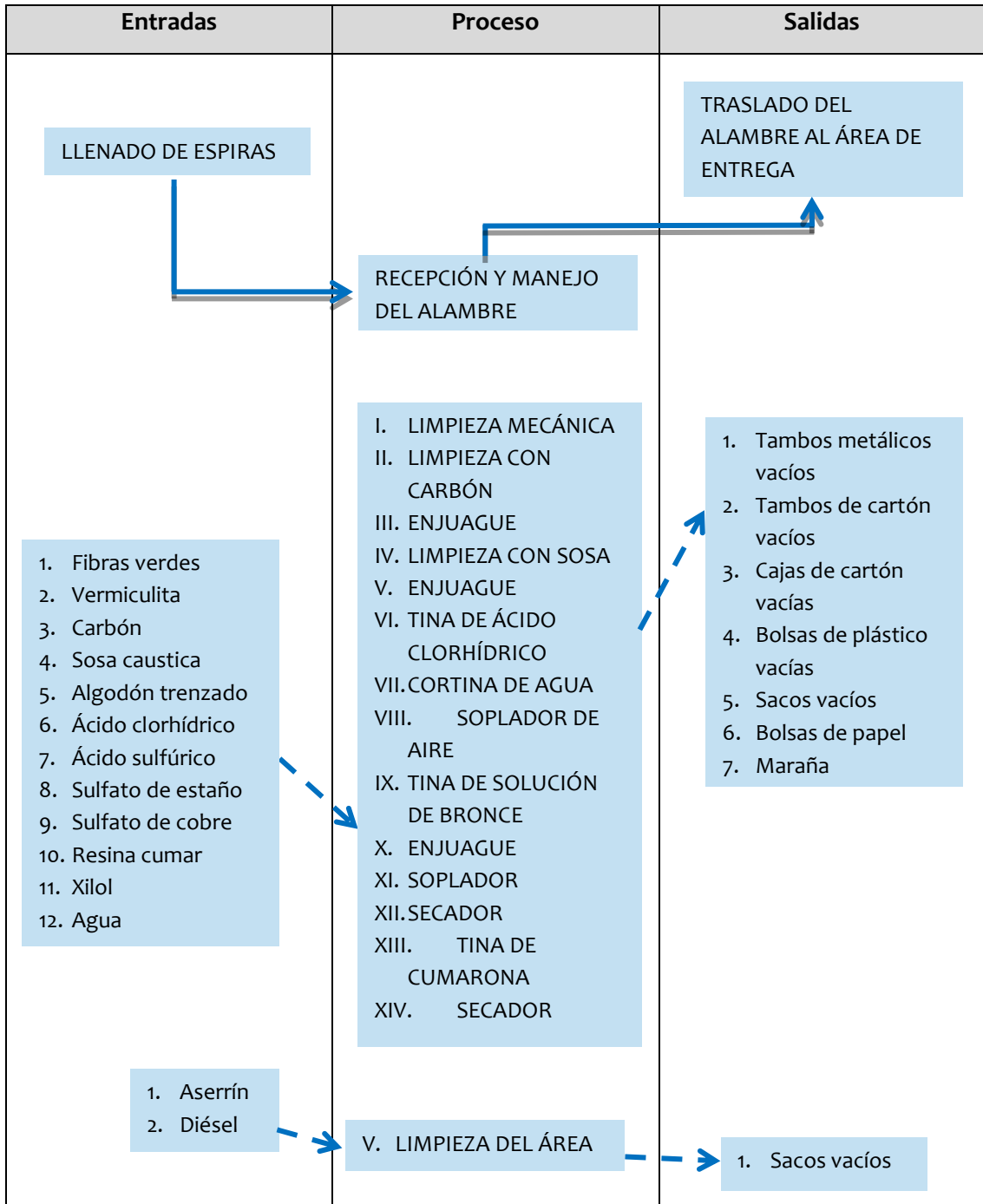


Diagrama10. Insumos y residuos en el proceso de bronceado.

2. Identificación de la cantidad de residuos que genere la industria acerera.

Al conocer más a detalle los procesos de cada área y los insumos utilizados en ellos, se realizó la determinación de los residuos que se generan y las cantidades (ver tablas 1 a 10). Toda esta información se complementó con datos proporcionados por el personal que labora en la industria, por ejemplo cuánto y cada cuándo se utilizan los insumos.

Tabla 1: Cantidad mensual de residuos generados en el área de trefilado (planta 1).

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| TREFILADO PLANTA 1 | Preformadores | Jabón quemado | 4,650 Kg | S |
| | | Tambos de cartón | 62 pzas | S |
| | Limpieza de área | Saco | 7.5 Kg | S |
| | | Maraña | 4,2000 Kg | S |

Tabla 2: Cantidad mensual de residuos generados en el área de trefilado (planta 2).

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| TREFILADO PLANTA 2 | Preformadores | Jabón quemado | 1,500 Kg | S |
| | | Tambos de cartón | 22 pzas | S |
| | Limpieza de área | Saco | 2.4 Kg | S |
| | | Maraña | 24,000 Kg | S |

Tabla 3: Cantidad mensual de residuos generados en el área de relevado de esfuerzos.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| RELEVADO DE ESFUERZOS | Lubricante | Tambo de cartón | 2 pzas | S |
| | Arrastre de lubricante | Cajas de cartón | 3.2 Kg | S |
| | Remolque | Polvo de ruedas | 105 Kg | S |

Tabla 4: Cantidad mensual de residuos generados en el área de extrusión.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| EXTRUSIÓN | Inyector de grasa | Tambos metálicos | 45 pzas | S |
| | Forrado de plástico | Polietileno | 200 Kg | S |
| | | Bolsas de plástico | 28.8 Kg | S |
| | Limpieza de área | Saco | 500 g | S |
| | | Residuo de fleje | 3,000 Kg | S |
| | | Maraña | 2,000 Kg | S |

Tabla 5: Cantidad mensual de residuos generados en el área de relevado de baja relajación.

| INSTALACIÓN | PROCESO/OPERA CIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| RELEVADO DE BAJA RELAJACIÓN | Barrido de área | Saco | 300 g | S |
| | | Maraña | 3,000 Kg | S |
| | | Maraña galvanizada | 5,000 Kg | S |

Tabla 6: Cantidad mensual de residuos generados en el área de patentado y desbaste.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| PATENTADO Y DESBASTE | HORNO 3, 4 y 6 | | | |
| | Tina de plomo | Costales/bolsa de papel | 27 Kg | S |
| | | Bolsa de plástico | 13.5 Kg | S |
| | HORNO 5, 4 y 6 | | | |
| | Tina de plomo | Costales de papel | 27 Kg | S |
| | Bonder | Saco-bonderlube | 27 Kg | S |
| | Limpieza de área | Saco | 800 g | S |
| | | Maraña | 45,000 Kg | S |
| | Desbaste | Maraña | 15,000 Kg | S |

Tabla 7: Cantidad mensual de residuos generados en el área de decapado.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| DECAPADO | Tina de plomo | Costales/bolsas papel | 400 g | S |
| | | Garrafas | 45 pzas | S |
| | Limpieza del área | Sacos | 600 g | S |
| | | Maraña | 9,000 Kg | S |

Tabla 8: Cantidad mensual de residuos generados en el área de bronceado.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| BRONCEADO | Tina de cumarona | Tambos metálicos | 5 pzas | S |
| | Tina de solución de bronce | Tambos de cartón | 5 pzas | S |
| | Limpieza mecánica | Cajas de cartón | 4 Kg | S |
| | Limpieza con sosa | Bolsa de plástico | 160 g | S |
| | Limpieza con carbón | Bolsa de papel | 1 Kg | S |
| | Limpieza de área | Saco | 400 g | S |
| | | Maraña | 7,000 Kg | S |

Tabla 9: Cantidad mensual de residuos generados en el área de embobinado.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| EMBOBINADO | Limpieza de área | Saco | 300 g | S |
| | | Maraña | 40,000 Kg | S |

Tabla 10: Cantidad mensual de residuos generados en el área de torcido.

| INSTALACIÓN | PROCESO/ OPERACIÓN | RESIDUO DE MANEJO ESPECIAL | VOLUMEN | ESTADO FÍSICO |
|-------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|
| | | NOMBRE/FORMULA | CANTIDAD MENSUAL | |
| TORCIDO | Limpieza de área | Saco | 600 g | S |
| | | Maraña | 15,000 Kg | S |

3. Selección de los residuos que estarán sujetos al plan.

Los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial se mencionan a continuación:

Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

3.1 Diagnóstico del residuo.

3.1.1 Estimación de la cantidad de residuos generados.

Con todos los datos obtenidos, en la tabla 11 se presenta un condensado de datos, con el fin de conocer la cantidad total del residuo generada en la industria y así determinar cuáles se someterán al plan de manejo.

Tabla 11: Cantidad de residuo generada mensualmente, considerando residuos reutilizados en la industria acerera.

| Residuo de manejo especial | Área | Cantidad mensual en Kg | Total en Kg |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------|
| Jabón quemado | Trefilado planta 1 | 4,650 | 6,150 |
| | Trefilado planta 2 | 1,500 | |
| Tambos de cartón | Trefilado planta 1 | 62 | 91 |
| | Trefilado planta 2 | 22 | |
| | Relevado de esfuerzos | 2 | |
| | Bronceado | 5 | |
| Saco | Trefilado planta 1 | 7.5 | 13.9 |
| | Trefilado planta 2 | 2.4 | |
| | Relevado de esfuerzos | 0.5 | |
| | Extrusor | 0.5 | |
| | Relevado de baja relajación | 0.3 | |

Tabla 11: Cantidad de residuo generada mensualmente, considerando residuos reutilizados en la industria acerera (cont.).

| Residuo de manejo especial | Área | Cantidad mensual en Kg | Total en Kg |
|--|-----------------------------|------------------------|-------------|
| | Patentado y desbaste | 0.8 | |
| | Decapado | 0.6 | |
| | Bronceado | 0.4 | |
| | Embobinado | 0.3 | |
| | Torcido | 0.6 | |
| Papel y cartón (bolsas de papel, cajas de cartón y papel blanco) | Patentado y desbaste | 54 | 25,273.4 |
| | Decapado | 0.4 | |
| | Bronceado | 11 | |
| | Relevado de esfuerzos | 8 | |
| | Servicios auxiliares | 25,200 | |
| Polvo de rueda | Relevado de esfuerzos | 105 | 105 |
| Tambos metálicos | Extrusor | 45 | 50 |
| | Bronceado | 5 | |
| Polietileno | Extrusor | 200 | 200 |
| Bolsas de plástico | Extrusor | 720 | 994 |
| | Patentado y desbaste | 270 | |
| | Bronceado | 4 | |
| Garrafas | Decapado | 45 | 45 |
| Maraña (galvanizada y sin galvanizar) y residuo de fleje | Trefilado planta 1 | 42,000 | 213,000 |
| | Trefilado planta 2 | 24,000 | |
| | Relevado de esfuerzos | 3,000 | |
| | Extrusor | 5,000 | |
| | Relevado de baja relajación | 8,000 | |
| | Patentado y desbaste | 60,000 | |
| | Decapado | 9,000 | |
| | Bronceado | 7,000 | |
| | Embobinado | 40,000 | |
| Torcido | 15,000 | | |
| Residuos orgánicos (jardinería comedor) | Servicios auxiliares | 22,320 | 22,320 |
| Lodos | Servicios auxiliares | 80,000 | 80,000 |

Se notificó que hay residuos que son reutilizados dentro de la industria para almacenar residuos sólidos urbanos y peligrosos, por lo que se eliminarán del listado. En este grupo se encuentran las bolsas de plástico, sacos, los tambos de cartón y tambos metálicos.

Otro residuo que se eliminará del listado, serán las garrapas que contuvieron sustancias químicas, porque estas son devueltas al proveedor correspondiente una vez que se ha finalizado su uso o se utilizan para almacenar residuos (ver tabla 12).

Tabla 12: Cantidad de residuo generada mensualmente, sin considerar los residuos reutilizados en la industria acerera.

| Residuo de manejo especial | Área | Cantidad mensual en Kg | Total en Kg |
|--|-----------------------------|------------------------|-------------|
| Jabón quemado | Trefilado planta 1 | 4,650 | 6,150 |
| | Trefilado planta 2 | 1,500 | |
| Papel y cartón (bolsas de papel, cajas de cartón y papel blanco) | Patentado y desbaste | 54 | 25,273.4 |
| | Decapado | 0.4 | |
| | Bronceado | 11 | |
| | Relevado de esfuerzos | 8 | |
| | Servicios auxiliares | 25,200 | |
| Polvo de rueda | Relevado de esfuerzos | 105 | 105 |
| Polietileno | Extrusor | 200 | 200 |
| Maraña (galvanizada y sin galvanizar) y residuo de fleje | Trefilado planta 1 | 42,000 | 213,000 |
| | Trefilado planta 2 | 24,000 | |
| | Relevado de esfuerzos | 3,000 | |
| | Extrusor | 5,000 | |
| | Relevado de baja relajación | 8,000 | |
| | Patentado y desbaste | 60,000 | |
| | Decapado | 9,000 | |
| | Bronceado | 7,000 | |
| | Embobinado | 40,000 | |
| | Torcido | 15,000 | |
| Residuos orgánicos (jardinería y comedor) | Servicios auxiliares | 22,320 | 22,320 |
| Lodos | Servicios auxiliares | 80,000 | 80,000 |

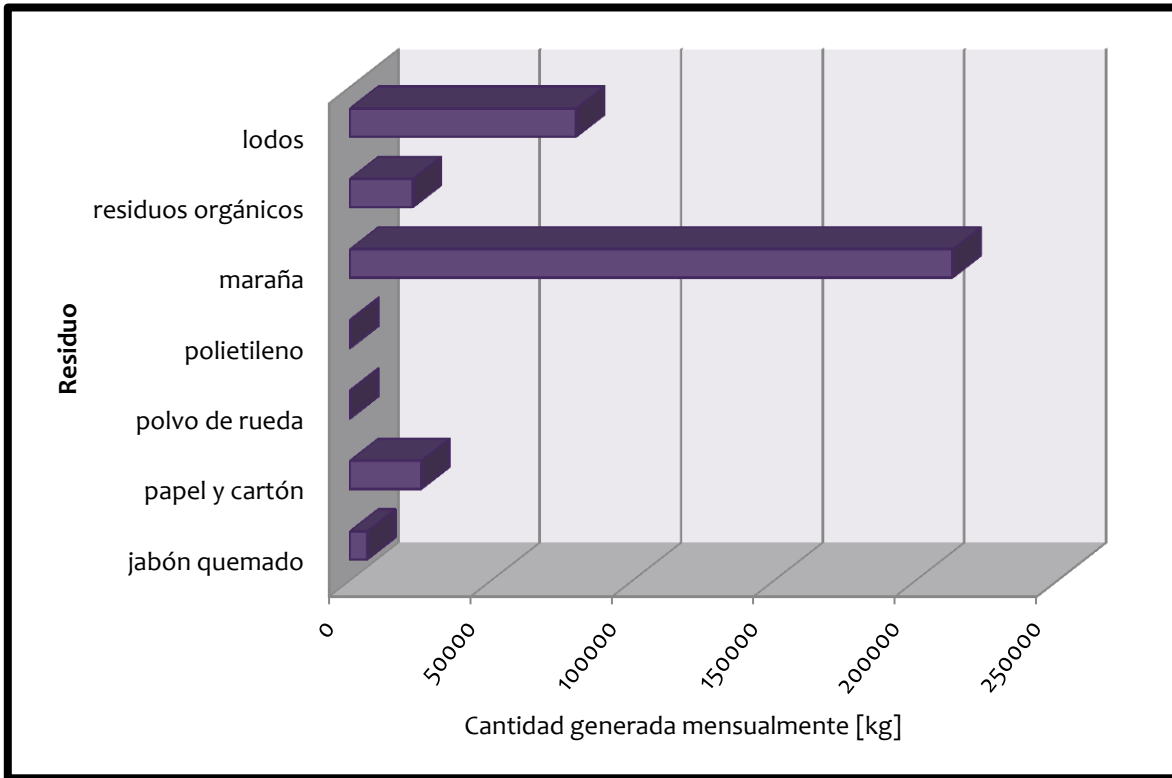


Gráfico 1. Generación de residuos mensualmente en Kg.

Se decidió que los residuos sujetos a plan de manejo serán la maraña, papel, cartón y residuos orgánicos, esto, de acuerdo al gráfico 1.

Aunque se refleja que hay mayor generación de lodos que de papel, cartón y residuos orgánicos juntos, no se consideraron, debido a que no es un residuo que pueda ser valorizable.

Se le dará un manejo integral a cerca del 80% del total del peso de los residuos generados en la industria, esto se puede observar en el gráfico 2.

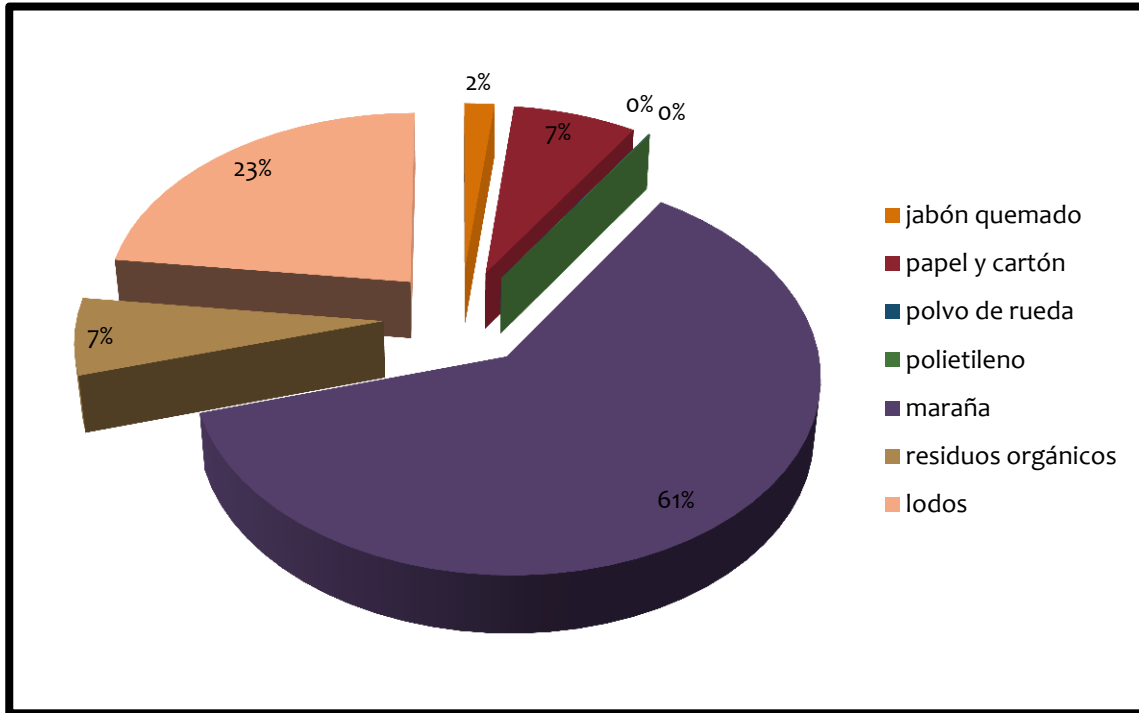


Gráfico 2. Peso de cada residuo en porcentaje.

3.1.2 Identificación de las fuentes potenciales de generación.

Las áreas potenciales generadoras de residuos son trefilado planta 1, trefilado planta 2, patentado y desbaste y servicios auxiliares. Esta información se presenta en la tabla 13.

Tabla 13: Fuentes potenciales de generación de residuos.

| Área | Residuo de manejo especial | Cantidad mensual en Kg |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| Trefilado planta 1 | Jabón quemado | 4,650 |
| | Maraña | 42,000 |
| Trefilado planta 2 | Jabón quemado | 1,500 |
| | Maraña | 24,000 |
| Relevado de esfuerzos | Papel y cartón | 8 |
| | Maraña | 3,000 |
| Bronceado | Papel y cartón | 11 |
| | Maraña | 7,000 |
| Extrusor | Saco | 0.5 |
| | Tambos metálicos | 45 |

Tabla 13: Fuentes potenciales de generación de residuos (cont.).

| Área | Residuo de manejo especial | Cantidad mensual en Kg |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|
| | Polietileno | 200 |
| | Bolsas de plástico | 720 |
| | Maraña | 5,000 |
| Relevado de baja relajación | Saco | 0.3 |
| | Maraña | 8,000 |
| Patentado y desbaste | Saco | 0.8 |
| | Papel y cartón | 54 |
| | Bolsas de plástico | 270 |
| | Maraña | 60,000 |
| Decapado | Saco | 0.6 |
| | Papel y cartón | 0.4 |
| | Garrafas | 45 |
| | Maraña | 9,000 |
| Servicios auxiliares | Papel y cartón | 25,200 |
| | Residuos orgánicos | 22,320 |
| | Lodos | 80,000 |

3.1.3 Principales materiales que componen el residuo.

3.1.3.1 Maraña (chatarra)

Es un conjunto de distintos residuos con características muy similares, el primero es el alambre de acero puro, el segundo es el alambre galvanizado y por último es el residuo de fleje (aluminio).

Los desperdicios de las amarras y alambres en general son compactados y vendidos como chatarra (Mateus, 2006).

El acero está compuesto por hierro (alrededor de un 98%) y carbono (entre un 0.05% hasta menos de un 2%). Se le agregan otros elementos para darle características específicas, con la tenacidad, dureza o ductilidad (Silva et al., 2005).

3.1.3.2 Residuos orgánicos (de jardinería y del comedor)

Es residuo orgánico, que incluye el residuo de poda de arbustos, árboles y el residuo del césped, además de los residuos de alimentos, servilletas, bolsitas, empaques de té, entre otros. Estos residuos tienen un origen biológico, el agua constituye su principal componente (ONUUDI, 2007). Tiene elevada presencia de C, H y O, y en menor medida N, P y S así como otros elementos en menor concentración (Navarro et al., 1995).

Son biodegradables (se descomponen naturalmente). Tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica (Gutiérrez, 2012).

3.1.3.3 Papel y cartón

Papel

El papel es una estructura obtenida en base a fibras vegetales de celulosa, las cuales se entrecruzan formando una hoja resistente y flexible. Estas fibras provienen del árbol y, según su longitud, se habla de fibras largas de aproximadamente 3 milímetros (generalmente obtenidas de pino insigne u otras coníferas) o de fibras cortas de 1 a 2 milímetros (obtenidas principalmente del eucalipto).

Dependiendo del uso final que se le dará al papel, en su fabricación se utiliza una mezcla de los diferentes tipos de fibras, las que aportarán sus características específicas al producto final.

En el caso de las bolsas de papel, se fabrica con fibras largas (Valenzuela, 2009).

Cartón

El cartón está compuesto principalmente de pasta de madera de los árboles de pino. La pulpa tiene la consistencia de la harina de avena líquida, que luego se calienta y se presiona en hojas de papel (Hayes, n.d.).

La materia prima del cartón ondulado es el papel que, a su vez, se obtiene de la celulosa de la madera (fibra virgen), del papel reciclado (fibra recuperada) y de fibras vegetales anuales como la paja de cereales. Siempre es necesario inyectar una cierta cantidad de fibra virgen en el ciclo papelerero porque, con los sucesivos reciclajes, las fibras se van deteriorando (AFCO, n.d.).

El cartón es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. Las cajas de huevos están realizadas generalmente a partir de papel y cartón reciclados (Pla, 2013).

3.2 Manejo actual del residuo.

3.2.1 Maraña

Los trabajadores de las áreas de los distintos procesos, recolectan el residuo y lo colocan en lugares libres de esta misma, es decir, en lugares en donde no hay maquinaria, trabajadores o materia prima. Varias de estas áreas, no cuentan con contenedores o estos son muy pequeños, por lo que sólo tienen la opción de colocarlo sobre el suelo.

Al final de su jornada de trabajo, los trabajadores deben trasladar el residuo al área de pesado, en donde antes debe separarlo dependiendo del tipo de material que sea (alambre simple, alambre galvanizado y aluminio), enseguida es cortado y por último se hacen amarres con las puntas (se hacen una especie de bolas de alambre o aluminio), las bolas obtenidas se pesan en la báscula y se depositan en el contenedor designado.

La maraña recolectada, es vendida a una empresa, en donde se funde y el acero o aluminio obtenido se reincorporan a un nuevo proceso. Diariamente

un transporte de dicha empresa, recoge el residuo dentro de las instalaciones de la industria y presencia el momento del pesaje.

No hay un buen manejo del residuo, se han encontrado cantidades considerables del residuo en el contenedor general de los residuos urbanos, esto es porque, muchas veces los trabajadores no hacen una correcta separación del mismo en cada una de las áreas de trabajo, por lo que es enviado al relleno sanitario, en donde disminuyen las posibilidades de ser recuperado.

3.2.2 Residuos orgánicos

Este residuo no es sometido a ningún tipo de manejo.

En el caso de los residuos de comida, son enviados al relleno sanitario, junto con los residuos urbanos.

Con lo que respecta a los residuos de jardinería y poda, no son enviados al relleno sanitario, éstos son acumulados en las áreas verdes alejadas hasta que se degraden, sin embargo, se ha tenido inconvenientes debido a que en épocas de sequía han ocurrido incendios, lo que puede ocasionar pérdidas materiales e incluso humanas.

3.2.3 Papel y cartón

Al igual que los residuos orgánicos, el papel y cartón tampoco son sometidos a algún tipo de manejo por parte de la industria. La mayoría de este residuo es recolectado y vendido por los mismos trabajadores o simplemente depositado en el contenedor de los residuos urbanos y enviado al relleno sanitario.

3.3 Problemática ambiental, asociada al manejo del residuo.

3.3.1 Maraña

Los productores de acero primario generalmente no compran chatarra ferrosa directamente de las fuentes de residuos sólidos municipales, puesto que ésta debe ser acondicionada por las empresas intermediarias, que son las que les proveen, también se requiere contar con instalaciones para su trituración y compactación.

Al igual que ocurre con otros materiales reciclables, el mercado de metales ferrosos reciclados suele fluctuar.

La existencia de cantidades importantes de metales ferrosos sin recuperar, los pequeños volúmenes y la baja especificación de los metales recuperados en los residuos sólidos municipales, así como el número de industrias del acero y fundidoras que existan en una región, representan obstáculos a la recuperación y el desarrollo de actividades de reciclado de metales ferrosos a partir de esta fuente (INECC, 2007b).

El acero es un material con ciertas características, los cuales impiden su degradación, a pesar de que es un material 100% reciclable, aún siguen llegando grandes cantidades a los vertederos, lo que hace aún más difícil su recolección al mezclarse con otros residuos. Con el paso del tiempo estos residuos van quedando enterrados, por lo que se contaminan el suelo, las aguas superficiales y residuales a causa de los aditivos y metales pesados que se incorporan al aluminio o acero; por otro lado, si son incinerados, originan la contaminación de la atmósfera (Anónimo, 2009).

Si el acero no es reciclado, la contaminación al aire, agua y suelo aumentaría casi en un 100%, debido a que se tendría que utilizar materia prima nueva (Delarze, 2008).

Si no se recicla el acero, el 96 por ciento del acero utilizado para formar las vigas estructurales de los edificios no existirían (Kelly, n.d.).

Ya que es un material que, debido a su composición y magnitud aporta de manera negativa a la aglomeración del mismo en basureros y rellenos sanitarios (Rodríguez, 2007).

A pesar de las altas tasas de recuperación, la creciente demanda de acero a nivel mundial no es satisfecha por el acero obtenido partiendo de chatarra, por lo que es necesario recurrir a la fabricación a partir del mineral de hierro.

Según Worldsteel, en promedio, cada tonelada de acero no reciclado contribuye a la emisión de 1.5 toneladas de CO₂, al uso de 1.4 toneladas de mineral de hierro y 13 GJ de energía primaria (LCY, n.d.).

3.3.2 Residuos orgánicos

Se encuentran entre los residuos más abundantes que están siendo dispuestos en los rellenos sanitarios y en los tiraderos de basura a cielo abierto, controlados y no controlados (ONUDI, 2007).

En un relleno sanitario, por sus características, su humedad y su capacidad de descomposición rápida, este tipo de residuos desprenden gases y su composición depende de las características de los residuos orgánicos, de su estado y de las condiciones del medio que pueden favorecer o desfavorecer el proceso de descomposición.

Por lo general, los componentes principales del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂), en proporciones de aproximadamente 65-35%. Estos gases constituyen aproximadamente el 97% del gas. Tanto el metano como el dióxido de carbono son incoloros e inodoros, siendo otros gases, tales como el ácido sulfhídrico y el amoníaco los que le otorgan el olor característico al biogás y atrae a fauna nociva como moscas, cucarachas, ratas

y otras especies transmisoras de enfermedades peligrosas (peste bubónica, tifus murino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras) (Pérez et al., n.d.).

La degradación natural de los residuos, provocan la formación de lixiviados que arrastran contaminantes hacia los cuerpos de agua superficiales o se infiltran hacia los acuíferos, deteriorando las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano e irrigación de campos agrícolas, amenazando además los ecosistemas acuáticos (ONUDI, 2007).

Por lo antes expuesto, se encarece la construcción y operación de los rellenos sanitarios, pues se hace necesario seleccionar sitios para su ubicación en los que los suelos sean lo más impermeables posibles, en donde los mantos freáticos sean profundos y los cuerpos de agua superficiales sean distantes; además, se requiere colocar geomembranas costosas para evitar la infiltración de lixiviados y se construyen mecanismos para la captación y procesamiento de éstos, así como redes de venteo de los gases generados por estos residuos.

Aunado a lo anterior, la mezcla de los residuos orgánicos putrescibles y húmedos con el resto de los residuos provoca su contaminación y dificulta la recuperación de los materiales valorizables contenidos en ellos, lo cual se lleva a cabo actualmente en muchos rellenos sanitarios y tiraderos de basura por grupos de personas que se dedican a la pepena y que trabajan en condiciones riesgosas e insalubres (Cortinas, 2014).

Las plantas de composta carecen con frecuencia de registros y reportes periódicos de las actividades realizadas. En consecuencia es difícil proporcionar indicadores relativos a residuos recibidos, volumen producido, etc. (INECC, 2007c).

3.3.3 Papel y cartón

La industria del papel es la primera consumidora de madera en el mundo: el 42% de los bosques explotados sirven para alimentarla.

La contaminación asociada a la manufactura de papel es muy importante, ya que se utilizan grandes cantidades de agua que se contaminan, dependiendo de los productos químicos que se hayan empleado en el proceso. Si estas aguas contaminadas se vierten en mares, ríos y lagos, tienen efectos muy graves. Si se considera, además, que el proceso implica un gasto muy alto de energía eléctrica, calorífica y mecánica, aunque el papel resultante se usara como combustible, la energía que se obtendría sería mucho menor que la que se invirtió en fabricarlo.

En la actualidad la fibra secundaria que no es acopiada termina en sitios de disposición final o en las calles por la falta de cobertura de recolección.

Algunas de las actividades de reutilización empleadas, evitan que éste material se pueda reciclar.

Muchas veces, el papel que llega a las plantas de tratamiento del residuo no se recicla, debido a que este llega sucio o en condiciones en las que no puede ser sometido al tratamiento y por tanto son rechazados y enviados a los rellenos sanitarios. (Pascual, 2014).

Se calcula que el 14% de los residuos de un relleno sanitario están compuestos de cartón y papel que al mezclarse con otros residuos hace imposible su recuperación (Ruíz, 2014). Por cada tonelada de papel y cartón que llegue al relleno sanitario, reduce su espacio en aproximadamente 3 metros cúbicos, lo que hace que disminuya la vida media de éste (Anónimo, 2013).

Los precios del papel y cartón reciclable son más bajos que los provenientes de pulpa virgen, ya que el proceso de reciclado lleva implícito el ahorro de

costos de materia prima y consumo energético. Sin embargo, los precios de las manufacturas de papel y cartón con alto valor agregado, aún y cuando se hayan elaborado y estén identificados como productos reciclados, tienden a tener márgenes atractivos y no siempre son comercializados con los precios más bajos (Chavarría, 2010).

En unos diez años, se demandará aún más, calculándose que este aumento será de unos 1.5 millones de toneladas cada año que pase.

Mientras que la industria del papel invierte en nuevas máquinas y fábricas, prácticamente ninguna de éstas utilizan productos reciclados (Pascual, 2013).

El papel es un recurso renovable, pero la tasa de empleo supera a la tasa de reemplazo de las plantas y árboles cosechados. El resultado es una reducción de los recursos disponibles con un impacto en varias zonas diferentes del ambiente.

El cambio climático es una de las principales consecuencias de no reciclar el papel y otros materiales reciclables. La falta de reciclaje crea una demanda de nuevos recursos y los árboles se han de transformar en papel nuevo. La eliminación de los árboles reduce la cantidad de dióxido de carbono que es procesado por las plantas. Los árboles también requieren combustible para transportarlos y procesarlos en papel nuevo. El combustible que se quema es liberado al ambiente en forma de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

La eliminación de los árboles cambia el paisaje nativo en un área que ya no es bosque. Esto contribuye a la desestabilización de las márgenes de los ríos e incrementa el uso de la tierra agrícola, lo que hace que los herbicidas y pesticidas químicos corran en el sistema de agua.

El papel que no llega a las instalaciones de reciclaje debe ser procesado por la naturaleza. El papel es biodegradable, pero los productos químicos utilizados en la tinta en las impresiones de papel se insertan en el ambiente. El papel también entra en los tiraderos y debe permanecer en el suelo hasta que sea absorbido y procesado por el ambiente. Como un producto que se obtiene a partir de fibras vegetales naturales, el papel se degrada a un ritmo más rápido que muchos otros artículos manufacturados como la espuma de poliestireno y los plásticos.

Los árboles que son extraídos del medio también desplazan a los animales nativos. Los árboles son comúnmente recolectados en zonas remotas de América Central y del Sur, donde viven pueblos indígenas. El desplazamiento de las personas y de los animales deja campo abierto para el desarrollo y desalienta la protección después de que el daño es visible (Lazzari, n.d.).

3.4 Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas.

3.4.1 Maraña (acero y aluminio)

El acero es utilizado para fabricar envases de comidas (conservas, aceites), pinturas, lubricantes y mucho más. Esto se debe a que el acero como envase es (Silva et al., 2005):

- ✓ Inviolable: no se puede abrir sin que se aprecie que ha sido manipulado.
- ✓ Resistente: es el material con mayor resistencia mecánica a los golpes.
- ✓ Opaco: en el caso de los alimentos, la opacidad impide la destrucción de las vitaminas, que se ven afectadas por la luz.
- ✓ Hermético: es un envase impenetrable, lo que resulta esencial para la conserva y muy útil para todos los productos.
- ✓ Decorable: puede decorarse mediante litografía y otras técnicas, conteniendo todas las indicaciones que un envase precisa. Además, en el caso específico de los alimentos, es completamente seguro, no

necesita refrigeración o congelación para su almacenamiento, lo que supone un ahorro de energía, con una duración óptima que se prolonga durante años y sin riesgo de una interrupción imprevista de la cadena de frío que deterioraría las cualidades nutritivas del producto.

Debido a su alto requerimiento, la venta del acero es muy valorada. En el caso de los chatarreros, el negocio hace que la demanda de sus productos sea una fuente clave de ingresos para el día a día (Anónimo, 2011)

El acero es el único material que permite su reciclado infinitas veces porque sigue conservando sus propiedades. Así, se propicia el ahorro de energía y recursos naturales, se evita la disposición de la chatarra como residuo y se disminuye la demanda de minerales. Pero su ventaja competitiva para el reciclaje es su propiedad magnética, que simplifica la tarea de separar y recuperar el material de la corriente de residuos mediante el empleo de imanes, para luego reutilizarlo durante el proceso productivo.

El reciclaje de los metales contribuye significativamente a no empeorar el entorno actual. Al reciclar chatarra, se reduce significativamente la contaminación de agua, aire y los desechos de la minería en un 70 por ciento. Asimismo, obtener aluminio reciclado reduce un 95 por ciento la contaminación del aire, ahorra un 90 por ciento de la energía consumida al elaborarlo y contribuye a la menor utilización de energía eléctrica, en comparación con el procesado de materiales vírgenes (Anónimo, 2013).

Por cada tonelada de chatarra usada para la producción de acero nuevo, se están conservando 680.4 Kg de mineral de hierro, 635.03 Kg de carbón y 54.4 Kg de cal.

El acero es un material que tiene mayores facilidades de moldeo, tiene menor consumo energético cuando se vuelve un prefabricado y en cuanto a las posibilidades de diseño es un material mucho más manejable, lo que abre el campo para experimentar con formas y volúmenes no convencionales. El

acero es un material que se presta a la innovación del diseño arquitectónico (Delgado, 2010).

El acero tiene una particular característica que facilita su recogida para el reciclaje: es magnético, de modo que con un electroimán puede ser fácilmente separado del resto de los residuos (UNESID, 2013).

3.4.2 Residuos orgánicos

Estos son de naturaleza orgánica, idóneos para la elaboración de biocombustibles o como materiales de construcción (Anónimo, 2009).

Pueden convertirse en mejoradores de suelo o se pueden emplear como fuente de biogás y este utilizarse para generar electricidad, y permitiría construir rellenos sanitarios menos costosos y complicados, incluso dentro de las ciudades pues al no recibir residuos orgánicos no causarían molestias ni los problemas ambientales y sanitarios (Cortinas, 2014).

3.4.3 Papel y cartón

Una parte de la fibra secundaria es reutilizada de diferentes formas, destacando su uso para artesanías, utilizadas en la fabricación de piñatas, también son usadas en la limpieza de cristales e inclusive como combustible para generar energía calorífica.

Existen importantes beneficios económicos derivados del reciclaje de papel y cartón. Cada tonelada de fibra secundaria reciclada en México, es valorizada al menos siete veces, y se integra a la derrama económica y fiscal en el país (CNICP, 2012).

El cartón reciclado se utiliza principalmente para producir nuevas cajas de cartón. El cartón viejo se transforma en pulpa una vez en la planta de reciclaje y se reconstruye en forma de cajas nuevas. También, los consumidores pueden volver a utilizar el empaque original para almacenar objetos o para enviar otro paquete.

Los suministros biodegradables de jardín como el abono utilizan cartón reciclado. El cartón se recicla, se trata y se divide en pequeñas piezas que pueden ser utilizadas como abono orgánico en el césped y el jardín en general. El abono de cartón reciclado es más favorable para el ambiente que las variedades tradicionales de abono sintético que funcionan mediante acción química (Jenkins, n.d.).

El crecimiento de la demanda de papel es inevitable. Los analistas de la industria forestal consideran que la perspectiva del aumento del consumo es una señal de crecimiento económico saludable y de la mejora de la calidad de vida. El consumo de papel es utilizado como un “indicador de desarrollo” (Greenpeace, 2012).

Resultados

4. Formas de manejo integral propuestas para el residuo.

A continuación, se explicará el manejo interno y el manejo externo que tendrán los residuos. El interno abarcará el manejo que se le dará al residuo dentro de la industria con la participación del personal que labora en ella y el externo, al manejo que se dará al residuo una vez que ha salido de la industria y se contará con la participación del gobierno, empresas externas, entre otros.

4.1 Maraña

4.1.1 *Manejo interno*

4.1.1.1 Generación

En cada una de las áreas en dónde se genere este residuo, se requerirán contenedores, con la capacidad suficiente para almacenar la cantidad de residuo generado.

Los contenedores deberán reunir al menos las siguientes características de seguridad (Anónimo, 2008):

- i. Deberán estar contruidos con materiales duraderos (tambos o tinas de metal) y tener un señalamiento en lugar visible, en donde se indique la clase de residuos que contienen y el área a la que pertenece (el tamaño del contenedor puede variar para cada una de las áreas, debido a que la cantidad que se genera de residuo puede variar para cada una).
- ii. Deben ubicarse en lugares estratégicos, en donde no interfieran con los procesos que se lleven a cabo en las diferentes áreas o con las actividades que realicen los trabajadores. Se recomienda que se coloque cerca de la entrada de las áreas para que se facilite su traslado al almacén temporal.
- iii. Deben ser exclusivos para éste residuo, no deberá ser mezclado con otros residuos de distinta clasificación ni con otras sustancias, con mayor razón si estos se catalogan como peligrosos o no compatibles.

También se requiere de personal capacitado que supervise que se realice una separación correcta del residuo y que solicite el traslado del residuo.

4.1.1.2 Transporte

La maraña se transportará a un almacén temporal cada que sea conveniente, esto se determinará dependiendo de lo que más convenga al proceso del manejo, ya sea al final de llenado de una espira o carrete, al final de cada jornada de trabajo, etc.

En esta fase, se necesitará personal capacitado y de maquinaria mecánica para poder transportar el residuo, ya que al ser grandes, las

cantidades, generadas, es muy complicado que un trabajador lo pueda realizar por fuerza propia.

4.1.1.3 Almacenamiento temporal

Este lugar, será en donde se almacene el residuo antes de ir a disposición final.

El sitio de almacenamiento temporal deberá reunir al menos las siguientes características de seguridad (SEDEMA, 2009):

- i. Debe estar techado y contar con piso que no permita la infiltración de líquidos al suelo.
- ii. Debe contar con báscula para el control del ingreso de residuos y la salida. La báscula debe estar calibrada por empresas acreditadas por el Centro Nacional de Metrología.
- iii. Debe llevarse una bitácora de generación y movimientos (entrada y salida).
- iv. Debe contar con áreas de recepción y de almacenamiento.
- v. Deberán contar, además, con un área para la clasificación y el acondicionamiento de los materiales.
- vi. Deben realizar la carga y descarga de los materiales dentro de las instalaciones y contar con montacargas o equipos similares que permitan la carga y descarga del residuo.
- vii. Debe tener las características estructurales adecuadas (accesos, vías de circulación, superficies de trabajo, etc.).
- viii. Debe contar con medios mecánicos para manipulación de cargas y trasvase de productos.
- ix. Debe tener una adecuada señalización (señales visuales).
- x. Debe contar con personal capacitado.

4.1.2 Manejo externo

4.1.2.1 Transporte

Las empresas encargadas de transportar el residuo para su disposición final, deben de estar autorizadas por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) el Gobierno del Estado de México.

4.1.2.2 Disposición final

El residuo se venderá para posteriormente ser reciclado. Más adelante, se presenta un listado de empresas que se dedican a la compra-venta de éste.

A continuación, se muestra un panorama general del manejo tanto interno como externo al que se someterá la maraña, ver diagrama 11.

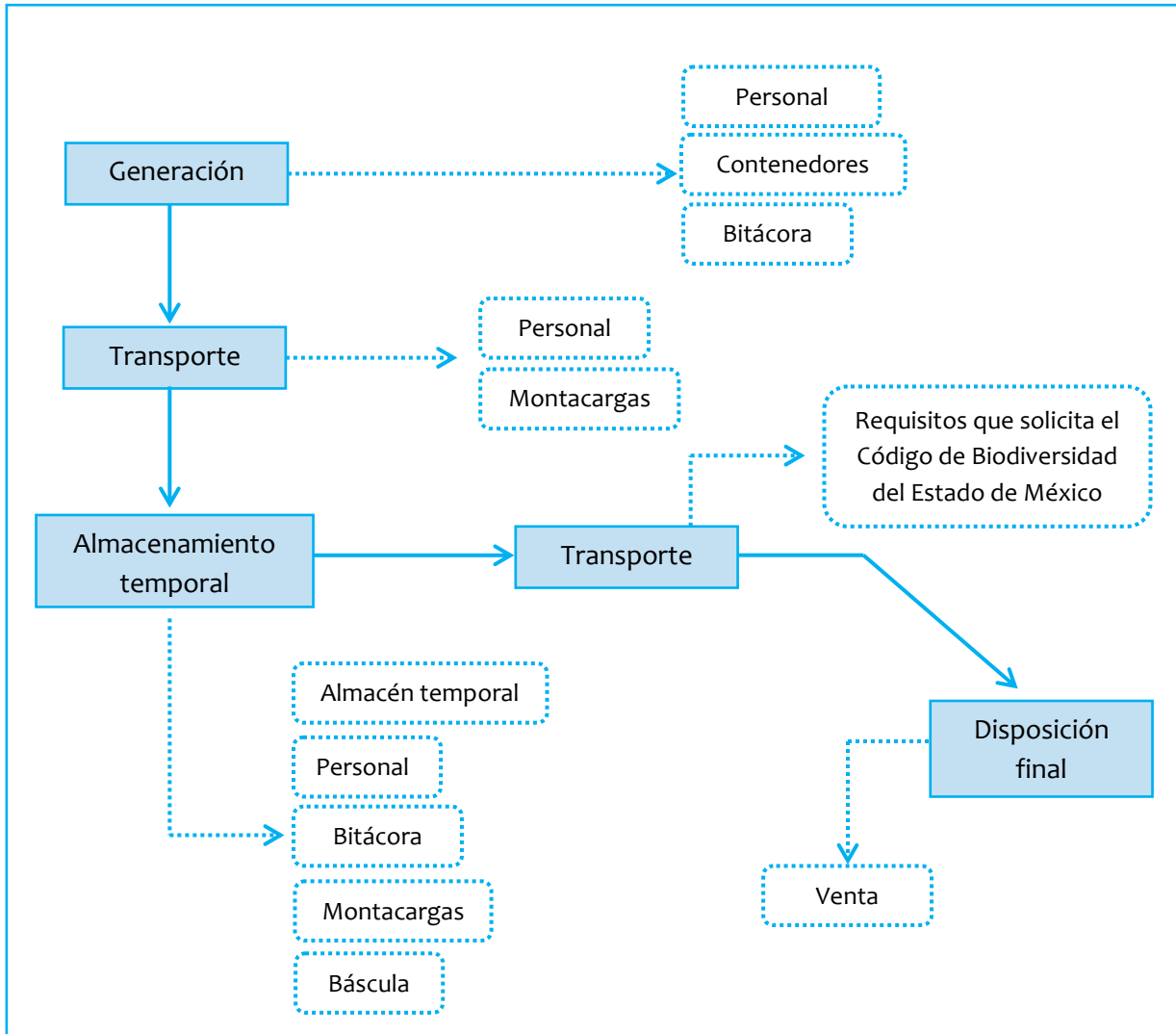


Diagrama 11: Manejo integral propuesto para la maraña.

4.2 Residuos orgánicos

4.2.1 Manejo interno

4.2.1.1 Generación

Cada área (comedor y áreas verdes) deberá tener un contenedor para depositar el residuo.

Los contenedores deberán reunir al menos las siguientes características de seguridad (Anónimo, 2008):

- i. Deben estar contruidos con materiales duraderos (tambos o tinas de metal) y tener un señalamiento en lugar visible, en donde se indique la clase de residuos que contienen y el área a la que pertenece.
- ii. Deben de contar con cubierta, esto es para evitar la acumulación de insectos y animales.
- iii. Deben ubicarse en lugares estratégicos donde no interfieran con los procesos que se lleven a cabo en las diferentes áreas o con las actividades que realicen los trabajadores.
- iv. Deben ser exclusivos para éste residuo, no deberá ser mezclado con otros residuos de distinta clasificación ni con otras sustancias, con mayor razón si estos se catalogan como peligrosos o no compatibles.

También se requiere de personal capacitado que supervise que se realice una separación correcta del residuo y que solicite su traslado al almacén temporal en donde será preparado para su posterior composteo.

4.2.1.2 Transporte

Los residuos orgánicos se transportarán al almacén temporal. En el caso de los residuos de comida, se recomienda hacerlo diariamente, para evitar malos olores o algún otro inconveniente.

Se requiere de montacargas y operarios capacitados que trasladen el residuo.

4.2.1.3 Almacenamiento temporal

El sitio de almacenamiento temporal deberá reunir al menos las siguientes características de seguridad (SEDEMA, 2009):

- i. Debe estar alejado de las áreas de operación.

- ii. Debe estar techado y contar con piso que no permita la infiltración de líquidos al suelo.
- iii. Debe contar con báscula para el control del ingreso de residuos y la salida. La báscula debe estar calibrada por empresas acreditadas por el Centro Nacional de Metrología.
- iv. Debe llevar una bitácora de generación y movimientos (entrada y salida).
- v. Debe contar con áreas de recepción y de almacenamiento.
- vi. Deberán contar, además, con un área para la clasificación y el acondicionamiento de los materiales.
- vii. Deben realizar la carga y descarga de los materiales dentro de las instalaciones y contar con montacargas o equipos similares que permitan la carga y descarga del residuo.
- viii. Debe contar con las características estructurales adecuadas (accesos, vías de circulación, superficies de trabajo, etc.).
- ix. Debe tener medios mecánicos para manipulación de cargas y trasvase de productos.
- x. Debe presentar una adecuada señalización (señales visuales).
- xi. Debe contar con personal capacitado.
- xii. Debe tener un alto nivel de higiene, debido al tipo de residuo que se almacenará, para evitar la generación de insectos, animales y olores.

4.2.1.4 Disposición final

Estos residuos se someterán a un proceso de composteo, el cual se realizará dentro de las instalaciones de la industria acerera, ya que cuenta con el espacio suficiente para poder llevarlo a cabo.

El producto obtenido de este tratamiento, la industria lo podrá utilizar para su beneficio (áreas verdes, jardinerías, etc.).

Para poder llevar a cabo el proceso de composteo, se necesita de personal capacitado que lo ejecute y lo monitoree debidamente para que el producto sea de buena calidad.

También se necesita de maquinaria mecánica que realice los volteos a las pilas de residuos que se formen o en su defecto, más personal que lo pueda realizar manualmente con ayuda de palas, bieldos, etc.).

A continuación, se muestra un panorama general del manejo tanto interno como externo al que se someterán los residuos orgánicos, ver diagrama 12.

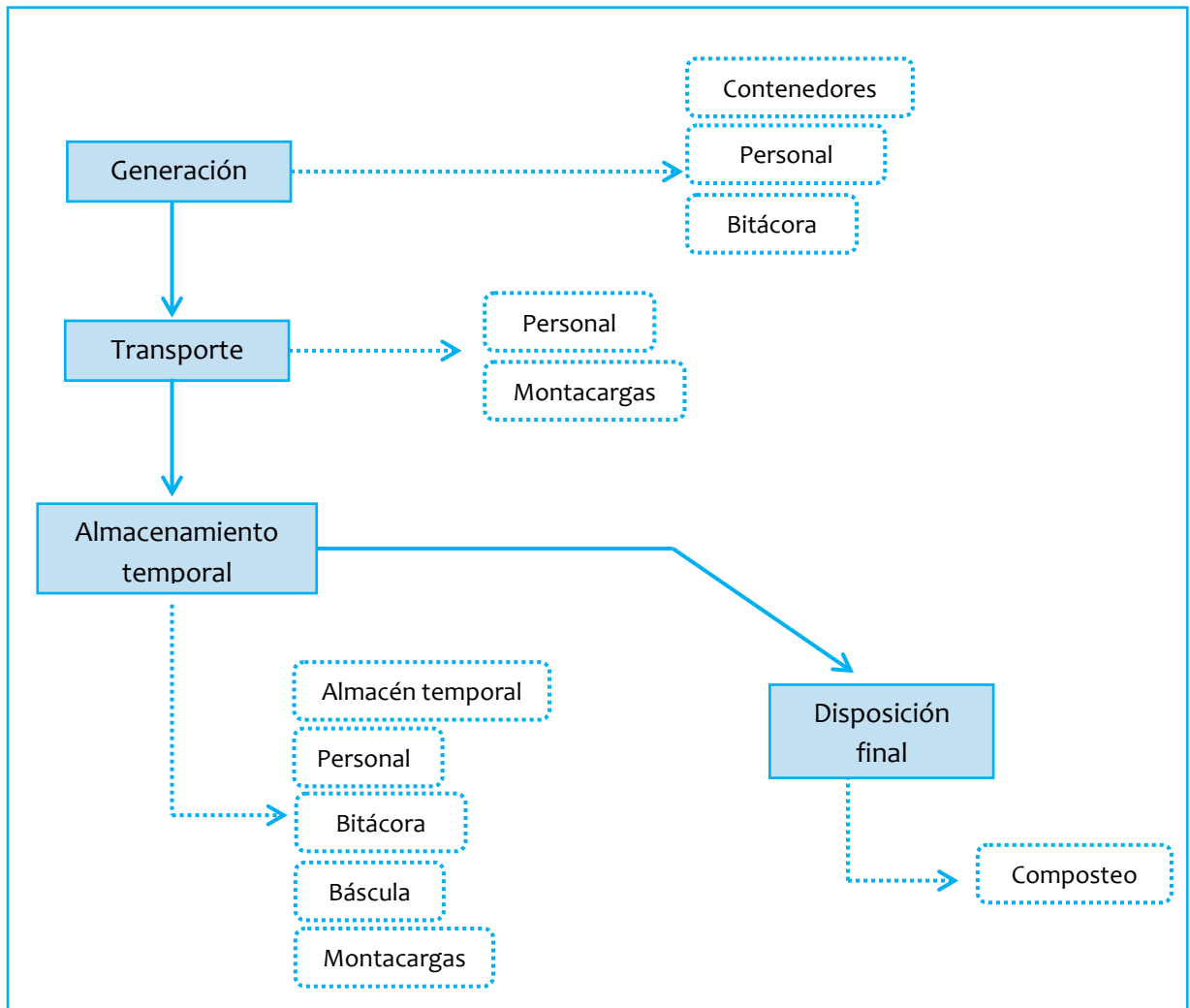


Diagrama 12. Manejo integral propuesto para los residuos orgánicos.

4.1 Papel y cartón

4.1.1 Manejo interno

4.1.1.1 Generación

En cada una de las áreas en donde se genere este residuo, se requerirán contenedores, con la capacidad suficiente para almacenar la cantidad de residuo generado.

Los contenedores deberán reunir al menos las siguientes características de seguridad (Anónimo, 2008):

- i. Deben estar contruidos con materiales duraderos (tambos o tinas de metal) y tener un señalamiento en lugar visible, en donde se indique la clase de residuos que contienen y el área a la que pertenece.
- ii. Deben ubicarse en lugares estratégicos donde no interfieran con los procesos que se lleven a cabo en las diferentes áreas o con las actividades que realicen los trabajadores.
- iii. Deben ser exclusivos para éste residuo, no deberá ser mezclado con otros residuos de distinta clasificación ni con otras sustancias, con mayor razón si estos se catalogan como peligrosos o no compatibles.

También se requiere de personal capacitado que supervise que se realice una separación correcta del residuo y que solicite su traslado al almacén temporal.

4.1.1.2 Transporte

El papel y el cartón se transportarán a un almacén temporal después del tiempo que se ha determinado.

En esta fase, se necesitará personal capacitado que opere los montacargas o maquinaria semejante para poder transportar el residuo, ya que al ser grandes las cantidades generadas, es muy complicado que un trabajador lo pueda realizar por fuerza propia.

4.1.1.3 Almacenamiento temporal

El sitio de almacenamiento temporal deberá reunir al menos las siguientes características de seguridad (SEDEMA, 2009):

- i. Debe estar alejado de las áreas de operación.
- ii. Debe estar techado y contar con piso que no permita la infiltración de líquidos al suelo.
- iii. Debe contar con báscula para el control del ingreso de residuos y la salida. La báscula debe estar calibrada por empresas acreditadas por el Centro Nacional de Metrología.
- iv. Debe llevarse una bitácora de generación y movimientos (entrada y salida).
- v. Debe contar con áreas de recepción y de almacenamiento.
- vi. Deberán contar, además, con un área para la clasificación y el acondicionamiento de los materiales.
- vii. Deben realizar la carga y descarga de los materiales dentro de las instalaciones y contar con montacargas o equipos similares que permitan la carga y descarga del residuo.
- viii. Debe contar con las características estructurales adecuadas (accesos, vías de circulación, superficies de trabajo, etc.).
- ix. Debe disponer de medios mecánicos para manipulación de cargas y trasvase de productos.
- x. Debe tener una adecuada señalización (señales visuales).
- xi. Debe contar con personal capacitado.

4.3.1 Manejo externo

4.3.1.1 Transporte

Las empresas encargadas de transportar el residuo para su disposición final, deben de estar autorizadas por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

4.3.1.2 Disposición final

El residuo se venderá para posteriormente ser reciclado. Más adelante, se presenta un listado de empresas que se dedican a la compra-venta del residuo.

A continuación, se muestra un panorama general del manejo tanto interno como externo al que se someterán el papel y el cartón, ver diagrama 13.

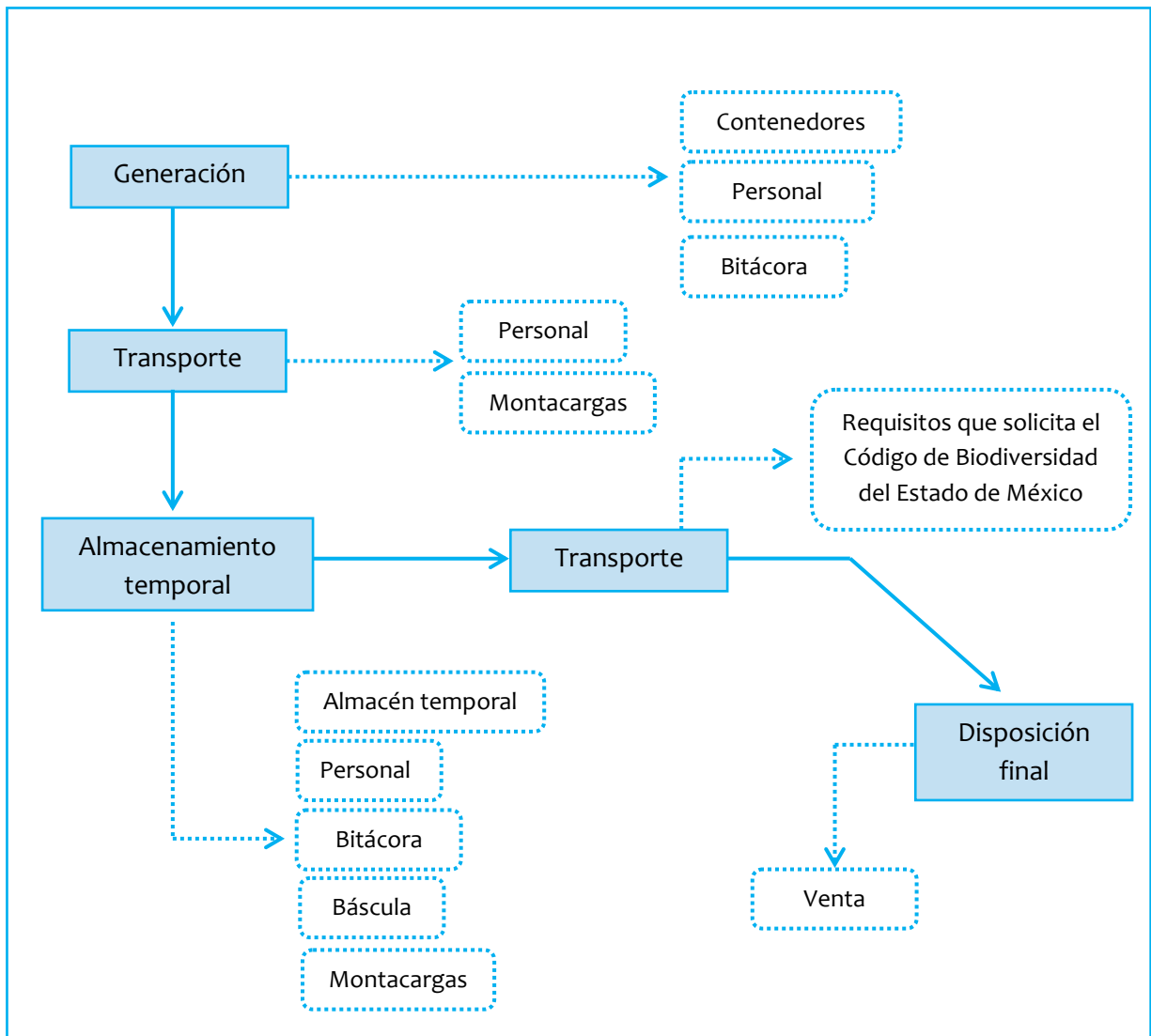


Diagrama 13: Manejo integral propuesto para el papel y cartón.

5. Metas de cobertura del plan y de recuperación o aprovechamiento del residuo, durante la aplicación del mismo.

La intención principal de la empresa es evitar en lo posible la generación de residuos como se ha descrito, ya que en todos los casos le representan pérdidas económicas que podrían ser de consideración. Por tal motivo, la empresa no tiene una meta específica de recuperación económica proveniente de la comercialización de los materiales o para su aprovechamiento una vez separados y la cobertura del pago de los servicios proporcionados por el mismo.

6. Descripción del destino final del residuo sea nacional o internacional.

Las empresas que se enlistan a continuación, se seleccionaron porque cumplen con los requerimientos solicitados por las autoridades, además de la cercanía que tienen con la industria acerera.

Se recomienda verificar que las empresas que se decidan contratar, actualicen sus permisos conforme lo soliciten las autoridades competentes

6.1 Maraña

- Remain México

Recuperadora de materiales industriales, compra cobre, aluminio, chatarra, bronce, plomo, acero etc. Por kilos y toneladas. Cuenta con transporte necesario para la carga.

Teléfono:(55) 58947894

Domicilio: Tultitlán Edo. Mex.

- Aceros Castma

Compra venta de residuos industriales como son: chatarra, aluminio, cobre, latón, bronce, etc.

Cuenta con transporte necesario para la carga de materiales como son tráileres, Thor ton, camionetas de 3 1/2, grúas hiab de 4 toneladas etc.

Teléfono: 0445537265199

Domicilio: Calle 2 número 11 Col. Progreso Nacional

Ciudad: Distrito Federal

- Gerdau Corsa

Posee una red de plantas y unidades de recolección y procesamiento de chatarra en México.

Contacto: metalicosmexico@gerdau.com

Ciudad: Distrito Federal

- Imare

Logrando la cooperación y como resultado una ventaja competitiva, esta empresa impulsa la consultoría en la gestión de chatarras, donde se desarrollan soluciones concretas para cada cliente o proveedor. Los servicios incluyen la financiación, inversión conjunta, logística, transporte y apoyo administrativo. Se consolidan como recolectores, procesadores y distribuidores de chatarras ferrosas, comprando tanto a la industria como al recolector independiente.

Dirección: Av. La Palma # 6 int. 1, Barrio Nativitas Isidro Fabela, Tultitlán, Edo. México. C.P. 54900

Teléfono: +52(55) 5888-3315

- JLPS.A de C.V

Empresa mexicana, cuya actividad es la compra venta de desperdicios de metales ferrosos y no ferrosos, equipo eléctrico, equipo pesado, equipo de cómputo, equipo de panadería y refrigeración, plantas de luz, montacargas, plásticos, cartón y chatarra en general, etc. así como el desmantelamiento de empresas, en cualquier parte de la república mexicana. Su compromiso como empresa de reciclaje es recoger el material de nuestros clientes en su domicilio.

Teléfono: 04455 11538354

Domicilio: Mar Negro

Ciudad: Miguel Hidalgo, Distrito Federal

6.2 Papel y cartón

Estado de México

- Cartonera Tláloc, S.A. de C.V.
Paseo Adolfo López Mateos 148 B
Fracc. Ojuelos, Toluca.
(722) 2781 474
- Fibra Secundaria para Papel, S.A. de C.V.
Av. Nacional 25, Santa María Chiconaulta,
Ecatepec.
5931 5788
rayosa@prodigy.net.mx
- Intercelulosa de México
Circuito Médicos 51 – 4, Satélite.
5393 9000
ricardo.chavarria@intercelulosa.com.mx
www.intercelulosa.com.mx
- Papeles y Materias Primas Secundarias, S.A. de C.V.
Xicontecat1 1, Col. Esfuerzo Nacional
Ecatepec
01 55 5755 8799
- Reciclemex, S. de R.L. de C.V.
Carretera México – Texcoco Km. 26.5
Col. Emiliano Zapata
San Vicente Chicoloapan.
1057 0084
karlamtz_reciclemex@hotmail.com
www.grupovaldez.com

- Amacalli
Calzada de la Naranja 133
Fracc Industrial Alce Blanco, Naucalpan
5220 6301
5220 6302
www.amacalli.biz
- Grupo Papelero Génova, S.A. de C.V.
Norte 35 # 721, Industrial Vallejo
5587 1102

Distrito Federal

- AVAP Comercializadora, S.A. de C.V.
5025-1324
contacto@avap.com.mx
www.empresaecologica.com.mx
- Alcamare, S. de R.L. de C.V. AZCAPOTZALCO
Antigua Calzada de las granjas 85 E
5561 5629
5553 9918
5592 4475
www.grupovaldez.com
- Bodegas Estrella, S.A. de C.V.
Providencia 89 Los Olivos, Tláhuac.
5845 1599
bodestrella@prodigy.net.mx

- Centro de Acopio Pilares
Pilares 129, Col. del Valle.
5559 8812
- Transpac Comercializadora, S.A .de C.V.
Calzada Vallejo 1361 Bodega C y D,
Industrial Vallejo.
5392 7480, 5391 2643
www.transpacmexico.com
- Madison Reciclados
José Francisco Gutiérrez 334 A
Azcapotzalco
2487 1235
Material: Desperdicio de papel.
- COPAMEX, S.A. de C.V.
Ejército Nacional 531, Col. Granada.
5262 6900

7. Mecanismos de operación, control y monitoreo para el seguimiento del plan.

7.1. Control y operación

7.1.1. *Interno*

Para alcanzar los objetivos propuestos en este Plan de Manejo, se necesita la implementación de las bitácoras en las fases de generación y almacenamiento temporal. La cantidad de residuo que sale del área de generación debe de coincidir con la que entra al almacén temporal. La pesada del residuos no es necesario que se realice dos veces, basta con que los encargados de registrar los datos en la bitácora presencien el pesaje del residuo antes de ingresar por completo al almacén temporal.

La bitácora del área de generación debe incluir al menos lo siguiente:

- a) Fecha de salida
- b) Nombre del residuo
- c) Cantidad
- d) Área de generación
- e) Nombre y firma del responsable

La bitácora del almacén temporal deberá incluir al menos los siguientes datos:

- a) Fecha de ingreso
- b) Nombre del residuo
- c) Cantidad
- d) Área de generación
- e) Fecha de salida
- f) Nombre y firma del responsable
- g) Destino final

Los residuos deben de prepararse en el almacén temporal para su entrega a disposición final.

En el caso de la maraña , debe de ser separada dependiendo del tipo de material, cortada en tramos más pequeños y formar una especie de amarras (bolas de alambre), para facilitar su manipulación, almacenamiento, etc.

En el caso de los residuos orgánicos, el tiempo de almacenamiento interno de la categoría orgánicos húmedos composteables, no debe exceder de 48 horas.

Por último, el papel y cartón deben separarse, ya que éstos no se someten al mismo proceso de reciclaje, incluso también se debe separ por cada tipo de papel.

Las empresas transportistas y las de disposición final, la mayoría de las veces, indican una serie de las características de como debe de ir el residuo.

7.1.2. Externo

Las empresas transportistas deben de contar con un aviso de embarque donde se establezcan las fases de manejo: generación, transportista y disposición final.

7.2. Monitoreo

El monitoreo se realizará a través de indicadores de gestión que midan en forma clara, directa y sencilla la eficacia de las medidas implementadas. Una vez definidos los indicadores, se deberán identificar los medios de verificación, la forma y frecuencia en que éstos serán reportados. Este proceso se realizará semanalmente y dependiendo de los resultados se decidirá si es necesario modificarlo.

En el caso de la maraña, se recomienda utilizar un indicador general el cual consiste en registrar los Kg de maraña generada por una unidad de medida del alambre (por metro, por carrete, por jornada de trabajo, etc.). La relación anterior, se analizará estadísticamente para poder visualizar si hay alguna deficiencia en el presente plan y conocer dónde y por qué se está ocasionando, para poder darle solución inmediata.

Para el caso de los residuos orgánicos, el papel y el cartón, es algo difícil utilizar el mismo plan que para la maraña, porque la generación de estos residuos puede llegar a ser mucho más variable. El indicador a utilizar se basará en determinar el número de contenedores con residuos mezclados. Además, se realizará su respectivo análisis estadístico para visualizar las áreas con mayores problemas y el residuo con el que se tiene un mayor problema para poder separarlo.

8. Identificación de la infraestructura interna y externa que tendría que tener la industria acerera.

Es indispensable la asignación de contenedores para cada área en la que se generen los residuos que se están sometiendo al plan.

Para cada tipo de residuo se necesita la implementación de un almacén temporal que tenga la capacidad suficiente para habilitar celdas individuales de almacenamiento, con el fin de realizar una buena separación y acondicionamiento del residuo para transporte y disposición final.

Se necesita de maquinaria mecánica para el traslado del residuo al almacén temporal dentro de la empresa.

Se debe diseñar las rutas para transporte de cada residuo, además de áreas para la carga y descarga de éste, y así evitar que se interfiera con los procesos de operación de la industria.

9. Descripción de las estrategias de prevención y minimización

9.1. Sustitución de materias primas.

Alambre

Las posibilidades de sustitución son nulas porque es esencial para cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de la industria.

Materia orgánica

Al igual que el anterior, es muy difícil sustituirlos y si se hiciera se generarían otros problemas.

En el caso del comedor, se podrían adquirir alimentos más procesados, sin embargo, se tendría problemas con la generación de otros residuos a los que posiblemente sea más difícil darle un manejo integral.

9.2. Cambio de tecnología.

Alambre

El cambio de tecnología en los procesos donde se utiliza alambre será algo difícil por la inversión tan grande que se tendrá que hacer, sin embargo, la pérdida económica por generación de residuo disminuiría.

Probablemente pueda ser la mejor alternativa, observando cada uno de los procesos, se puede notar que la maquinaria empleada en cada uno de ellos, es algo obsoleta, lo que nos da un proceso deficiente y grandes pérdidas de materia prima.

Papel y cartón

En el caso de la generación de papel blanco, se podrían aprovechar los medios electrónicos (correo electrónico, tabletas, ipads, etc.).

El correo electrónico es la manera más barata y fácil para almacenar documentos sin necesidad de imprimir y que posteriormente irá a la basura.

Fomentar una cultura de reciclaje y uso mínimo de papel en las áreas administrativas de la empresa.

Con lo que respecta a las bolsas de papel y cajas, una opción que puede tomarse es proponerle al proveedor que cambie la forma de recepción de su producto por materiales que pudieran ser más aprovechables.

9.3. Aplicación de mejores prácticas.

Las mayores causas de generación de residuos es la deficiencia en el trabajo que realiza el personal, además del poco y mal mantenimiento que se le da a las máquinas utilizadas en los diferentes procesos.

Por lo antes expuesto, se considera que someter a los trabajadores a capacitaciones de calidad, además de un buen mantenimiento a la maquinaria, disminuiría en gran medida la generación de residuos. En este caso, es necesaria la participación de todo el personal.

Conclusiones

El presente proyecto ha cumplido con los objetivos que se propusieron inicialmente. Se desarrolló un plan de manejo para los residuos de manejo especial generados en la industria acerera.

La realización del diagnóstico proporcionó un panorama general del número y la cantidad de residuo generados. Aquí se identificaron los residuos que se generan en mayores cantidades y que además son potencialmente valorizables, para posteriormente seleccionar los que es necesario someter a plan de manejo.

Se elaboró un manejo integral para cada residuo seleccionado a partir del diagnóstico, utilizando mecanismos eficaces y eficientes que permitan su buen manejo.

La implementación del este plan de manejo, disminuirá la cantidad de residuos generados, pero también se aprovechará el valor económico de lo que no se pudo evitar generar.

Lo antes expuesto, además de beneficiar al ambiente, beneficiará a la industria al disminuir sus pérdidas económicas debido al desperdicio de materia prima.

En todo el proceso se necesita la participación de toda una sociedad, sin embargo, probablemente sea uno de los mayores problemas, es por esto que factores como educación ambiental, legislación pertinente, la iniciativa privada y buena aceptación del mercado pueden ser decisivos para el éxito del manejo integral de residuos.

Recomendaciones

- No hay que considerar a los residuos como un problema sino como una oportunidad de crear o fortalecer cadenas productivas basadas en su valorización
- Desarrollar infraestructura para el almacenamiento seguro de los residuos
- Garantizar la seguridad de los trabajadores a través de la educación, capacitación y equipos apropiados para protección personal.
- Realizar las modificaciones pertinentes al plan en caso de ser necesario.

Referencias bibliográficas

- AFCO. [n.d.]. Bosques, una material viva y en crecimiento. Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado. Fecha de consulta 23 de julio de 2014. Disponible en http://www.afco.es/sost_gestion_materia.htm
- Artiaga, R., Mier, J.L. y Varela, A. [n.d.]. Transformación de materiales polímeros. Universidad da Coruña. España. Fecha de consulta 5 de agosto de 2014. Disponible en http://ruc.udc.es/bitstream/2183/9640/1/CC_32_art_4.pdf
- Basura y Reciclaje. Mi vida ecológica. 12 de diciembre de 2009. Fecha de consulta 25 de julio de 2014. Disponible en <http://ecolocos.blogia.com/>
- Chavarría, L. (2010). Papel y cartón reciclable. Desarrollo Económico Sostenible en Centroamérica. Abril 2010. Honduras. Fecha de consulta 28 de julio de 2014. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7LlfGezETnkJ:www.honduras.slexporta.hn/download/102/+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>
- CNICP. (2012). Plan de manejo para los residuos de papel y cartón en México 2012. Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel. 2012. México. Fecha de consulta 28 de junio de 2014. Disponible en https://camaradelpapel.net/CamaraPapel/archivos/PlanManejo_IMPRESO.pdf
- Cortinas, C. (2014). Bases para integrar planes de manejo de residuos de alimentos y de jardinería. Ecologismo, Ambientalismo y sustentabilidad. 2014. Fecha de consulta 26 de julio de 2014. Disponible en http://www.cristinacortinas.net/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=27
- CYRCE. [n.d.]. Construcción y Relevados del Centro S.A. de C.V. Fecha de consulta 3 de agosto de 2014. Disponible en <http://tpts.atwebpages.com/fundamentos.html>
- Delarze, P. (2008). Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción. Universidad Austral de Chile. 2008. Chile. Fecha de consulta 25 de julio de 2014. Disponible en <http://es.slideshare.net/alejandroky/reciclaje-de-neumticos-y-su-aplicacin>
- Delgado, J. D. (2010). Ciclo de vida del acero. 31 de julio de 2010. Fecha de consulta 30 de julio de 2014. Disponible en

<http://introduccioningenieriaambientaljdada.blogspot.mx/2010/07/ciclo-de-vida-del-acero.html>

- Ferrer, L. (2006). Alternativa de Solución para los Residuales Líquidos del Taller de Decapado Químico (H₂SO₄) de la Fábrica de Alambre y Electrodo de Nuevitas. Ciudad Universitaria “José Antonio Echeverría, Facultad de Ingeniería Química. Maestría en Ingeniería en Saneamiento Ambiental. 2006. México. Fecha de consulta 1 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASHf623.dir/doc.pdf>
- GEM. (2007). Registro Estatal de Trámites Empresariales. Gobierno del Estado de México. 19 de junio de 2007. México. Fecha de consulta 24 de noviembre de 2014. Disponible en <http://www.edomexico.gob.mx/rete/PORTRAMITE/MEDIOAMBIENTE/DGPYCCA3.pdf>
- Greenpeace. (2014). El papel, como reducir el consumo y optimizar el uso y reciclaje del papel. Guías para un consumo responsable de productos forestales. Octubre 2014. España. Fecha de consulta 7 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/el-papel.pdf>
- Gutiérrez, M.E. (2012). Manejo de residuos orgánicos e inorgánicos. Eduteka. 30 de octubre de 2012. Fecha de consulta 15 de julio de 2014. Disponible en <http://www.eduteka.org/proyectos.php/2/10735>
- Hayes, K. [n.d.]. Composición del cartón. Fecha de consulta 18 de julio de 2014. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/composicion-del-carton-info_297691/
- Hoy reciclamos: el papel. El técnico Ambiental. 21 de agosto de 2013. Fecha de consulta 28 de julio de 2014. Disponible en <http://eltecnicoambiental.wordpress.com/2013/08/21/hoy-reciclamos-el-papel/>
- INECC. [n.d.]. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Fecha de consulta 3 de Febrero de 2014. Disponible en <http://vivienda.inecc.gob.mx/Ley%20de%20residuos.pdf>
- INECC. (2007a). Situación de los Residuos en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 15 de noviembre de 2007. México. Fecha de consulta 10 de enero de 2014. Disponible en www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/situación%20en%20mexico.html

- INECC. (2007b). Manejo integral de los residuos sólidos. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 15 de noviembre de 2007. México. Fecha de consulta 23 de julio de 2014. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/manejo.html>
- INECC. (2007c). Residuos sólidos urbanos. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 15 de noviembre de 2007. México. Fecha de consulta 27 de julio de 2014. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/495/residuos.html>
- INECC. (2012). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2012. México. Fecha de consulta 10 de Febrero de 2014. Disponible en http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgcenica/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf
- Investigación del reciclaje de acero de la corporación Aceros Arequipa en cuanto al bienestar económico de las familias de chatarreros del Distrito Musa, proveedores de la planta en Pisco. 24 de mayo de 2011. Fecha de consulta 29 de julio de 2014. Disponible en <http://grupo6dso.wordpress.com/2011/05/24/investigacion-del-reciclaje-de-acero-de-la-corporacion-aceros-arequipa-en-cuanto-al-bienestar-economico-de-las-familias-de-chatarreros-del-distrito-musa-proveedores-de-la-planta-en-pisco/>
- Jenkins, A. [n.d.]. Usos del cartón reciclado. Fecha de consulta 4 de agosto de 2014. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/usos-del-carton-reciclado-lista_98396/
- Kelly, M. [n.d.]. ¿Qué problemas ambientales produce una falta de reciclaje? Fecha de consulta 25 de julio de 2014. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/problemas-ambientales-produce-falta-reciclaje-info_242329/
- ¡Larga vida al acero! Ecosistema. 10 de mayo de 2013. Fecha de consulta 30 de julio de 2014. Disponible en <http://www.revistaecosistema.com/larga-vida-al-acero>
- Lazzari, Z. [n.d.]. Los efectos de no reciclar papel en nuestro medio ambiente. Fecha de consulta 30 de julio de 2014. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/efectos-reciclar-papel-nuestro-medio-ambiente-info_250457/
- Loza, R. [n.d.]. Proceso de trefilado. Fecha de consulta 25 de julio de 2014. Disponible en <http://www.antaac.org.mx/assets/04-proceso-de-trefilado.pdf>
- LCY. [n.d.]. Análisis del ciclo de vida en la industria del acero. Life Cycle Initiative. Fecha de consulta 25 de julio de 2014. Disponible en

http://www.construccionenacero.com/Boletin%20Tecnico/2_Q_2012/An%C3%A1lisis%20de%20Ciclo%20de%20Vida%20en%20la%20Industria%20de%20Acero.pdf

- Manual Técnico, Vigüeta Pretensada. De acero. Fecha de consulta 10 de agosto de 2014. [n.d.]. Disponible en <http://www.acerocentro.com/Content/Products/Files/ManualVigüetaPretensada.pdf>
- Martínez, F. (2003). Los residuos de Origen Industrial Asimilables a Urbanos, Cap. XII. Los Residuos Urbanos y Asimilables. Fecha de consulta 18 de febrero de 2014. Disponible en http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Educacion_Y_Participacion_Ambiental/Educacion_Ambiental/Educam/Educam_IV/MAU_RU_y_A/rua_12_3.pdf
- Mateus, L. (2006). Manual de operaciones del proceso de trefilado de alambre de acero y aluminio aplicado a la Empresa Ideal ALAMBREC. Escuela Politécnica Nacional. Noviembre de 2006. Quito, Ecuador. Fecha de consulta 24 de julio 2014. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1981>
- Navarro, P., Moral, H., Gómez, L. y Mataix, B. (1995). Residuos orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante. 1995. España. Fecha de consulta 7 de julio de 2014. Disponible en <http://publicaciones.ua.es/filespubli/pdf/LD84790819458992131.pdf>
- ONUDI. (2007). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. 2007. Cuba. Fecha de consulta 5 de julio de 2014. Disponible en http://www.unido.org/fileadmin/import/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf
- Pascual, E. (2013). Papel reciclado, cuida el medio ambiente. El blog verde. 7 de marzo de 2013. Fecha de consulta 29 de julio de 2014. Disponible en <http://elblogverde.com/papel-reciclado-cuida-el-medio-ambiente/>
- Pascual, E. (2014). Como reciclar papel y cartón. El blog verde. 19 de junio de 2014. Fecha de consulta 27 de julio de 2014. Disponible en <http://elblogverde.com/como-reciclar-papel-y-carton/>
- Pérez, M. [n.d.]. Tp 13 Acero para hormigón. Fecha de consulta 3 de agosto de 2014. Disponible en http://www.academia.edu/7199654/Tp_13_Acero_para_hormigon
- Pérez, M. A. y Martínez, M. R. [n.d.]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Fecha de consulta 27 de julio de 2014. Disponible en

http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/ediciones/26/01_Manejo%20a%20alternativo%20de%20los%20residuos%20de%20jardineria.pdf

- Pla, Marina. 2013. Caja de cartón. Consejo asesor del reciclario. 2013. Fecha de consulta 10 de agosto de 2014. Disponible en <http://reciclario.com.ar/?reciclable=caja-de-zapatos-de-carton>
- Reciclaje de residuos. 2009. Fecha de consulta 3 de agosto de 2014. Disponible en <https://www.inspiration.org/cambio-climatico/reciclaje/material-reciclado/reciclaje-de-residuos>
- Reglamento de manejo de residuos sólidos urbanos y aseo público para el municipio de Ensenada, Baja California. Periódico Oficial No. 15 Tomo CXV índice. 11 de abril de 2008. México. Fecha de consulta 10 de agosto de 2014. Disponible en <http://ordenjuridicodemo.segob.gob.mx/Estatal/BAJA%20CALIFORNIA/Municipios/Ensenada/2%20REGLAMENTO.pdf>
- Rodríguez, A.J. (2007). La importancia del reciclado del metal. eMagazine Metalmecánica. 1 de diciembre de 2007. Fecha de consulta 25 de julio de 2014. Disponible en <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/19655-La-importancia-del-reciclado-del-metal.html>
- Ruíz, B. (2014). ¿Papel o plástico? Universidad Nacional Autónoma de México. 2014. México. Fecha de consulta 28 de julio de 2014. Disponible en <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/138/papel-o-plastico>
- SE. (2014). Resolución preliminar de la investigación antidumping sobre las importaciones de cables de acero, originarias de la República Popular China, independientemente del país de procedencia. Esta mercancía ingresa por las fracciones arancelarias 7312.10.01, 7312.10.05, 7312.10.07 y 7312.10.99 de la tarifa de la ley de los impuestos generales de importación y de exportación. Secretaría de Economía. DOF. 7 de julio de 2014. México. Fecha de consulta 24 de mayo de 2014. Disponible en http://www.claa.org.mx/cir_pdf/2014/AnexoCirClaa07014_SE.pdf
- SEDEMA. (2009). Norma Técnica Estatal Ambiental. NTEA-010-SMA-RS-200- Secretaría del Medio Ambiente. 21 de mayo de 2009. México. Fecha de consulta 25 de octubre de 2014. Disponible en <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2009/may211.PDF>

- SEMARNAT. (2009). Aplicación de los planes de Manejo como instrumento de política ambiental. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Junio de 2009. México, D.F. Fecha de consulta 10 de Febrero de 2014. Disponible en http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/2009_foro_res_electronicos_03_gasca.pdf
- SEMARNAT. (2013a). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. DOF. 5 de noviembre de 2013. México. Fecha de consulta 29 de enero de 2014. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgpgir.htm>
- SEMARNAT. (2013b). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. DOF. 1 de febrero de 2013. México. Fecha de consulta 10 de Febrero de 2014. Disponible en http://www.dof.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013
- Silva, C. y Bravo, L. (2005). ¡A reciclar chatarra! Guía educativa para el reciclaje de acero. Gerdau Aza. Junio 2005. Chile. Fecha de consulta 3 de julio de 2014. Disponible en http://www.gerdau.cl/files/catalogos_y_manuales/A_Reciclar_Chatarra_2a_Edicion.pdf
- UNESID. (2013). Informe 2013 sobre el Reciclaje del Acero en la industria Siderúrgica Española (IRIS 2013). Unión de Empresas Siderúrgicas. 2013. Fecha de consulta 2 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.unesid.org/iris2013/elacero.ht>
- Valenzuela, K. (2009). El papel. 9 de julio de 2009. Fecha de consulta 23 de julio de 2014. Disponible en <http://todo-sobre-el-papel.blogspot.mx/2009/07/todo-sobre-el-papel.html>
- Vera, C. (2013). Proceso de bronceado o bronceado a alta temperatura de aceros al carbono. Cromado de Metales. 29 de junio de 2013. Fecha de consulta 18 de agosto de 2014. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/122806848/PROCESO-DE-COBREADO-O-BRONCEADO-A-ALTA-TEMPERATURA-DE-ACEROS-AL-CARBONO-docx>